الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
كلية النقل البحري والتكنولوجيا
الإسكندرية

نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي

إعداد
عبدالله عبد الحميد بخاري

رسالة مقدمة للأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
لاستكمال متطلبات منح درجة الدكتوراه في تكنولوجيا النقل البحري

إشراف
الأستاذ الدكتور / محمد سليمان هدى
أستاذ اقتصاديات النقل البحري
بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

2001

الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحرى
كلية النقل البحرى والتكنولوجيا
الإسكندرية

نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحرى السعودى

إعداد
عبدالله عبد الحميد بخارى

رسالة مقدمة للأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحرى
لاستكمال متطلبات منح درجة الدكتوراه فى تكنولوجيا النقل البحرى

إشراف
الأستاذ الدكتور / محمد سليمان هدى
أستاذ اقتصاديات النقل البحرى
بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحرى

2001

إقـــرار

أقر بأن المادة العلمية الواردة في هذه الرسالة قد تم تحديـد مصدرهـا العلمـي وأن مـادة هـذه الرسالة غير مقدمه للحصول على أي درجة علمية أخرى.

وأن مضمون هذه الرسالة يعكـس آراء البـاحث الخاصـة وهـي ليسـت بـالضرورة الآراء الـتي تتبناها الجهة المانحة.

البـــاحث :

الاسم : عبلة عبد الحميد بخاري

التوقيع : ....

قرار لجنة التحكيم والمناقشة :

تم مناقشة هذه الرسالة وإجازتها بتاريخ : ٢٤/ ١ / ٢٠٠١م

أعضـــاء اللجنـــة

الأساتذة المشرفون على الرسالة:

الاسـم : أ.د. محمد سليمان هندي .... التوقيع : ....

الاسـم : .... التوقيع : ....

الأساتذة المحكمين الداخليين :

الاسـم : د. رفعت رشاد .... التوقيع : ....

الاسـم : أ.د. علي العبد .... التوقيع : ....

الأساتذة المحكمين الخارجيين :

الاسـم : أ.د. سيد نجم الحلواني .... التوقيع : ....

الاسـم : .... التوقيع : ....

أودعت هذه الرسالة بالمكتبة بتاريخ : / /

بسم الله الرحمن الرحيم

"أَلَمْ تَرَ أَنَّ الْفُلْكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ
بِنِعْمَتِ اللَّهِ لِيُرِيَكُمْ مِنْ ءَايَاتِهِ إِنَّ فِي
ذَلِكَ لَأَيَاتٍ لِكُلِّ صَبَّارٍ شَكُورٍ"

صدق الله العظيم

سورة: لقمان، الآية 31

إهـــداء

إلى القلب الكبير .... والدي

إلى توأم الروح .... أمي

إلى سندي و عوني .... أخي محمد

إلى نسمات حياتي .... أختاي هند و ندى

إلى رفيق دربي .... زوجي الحبيب

إلى أجمل زهرات عمري .... سلافة .. ياسمين .. زينة

أهدي ثمرة جهدي

مستخلص البحث

أعطـت المملكـة العربـية السعودية اهتماماً خاصاً للصناعة البحرية ضماناً لسيادتها الاقتصـادية و السياسية، و تعزيزاً لتجارتها الخارجية، خاصة مع ذلك الدور الذي تؤديه هذه الأخـيرة فـي عملـية التنمـية الاقتصـادية للبلاد. و على الرغم من ذلك لازالت مساهمة الأسـطول الوطني في خدمة التجارة الخارجية متدنية و دون الطموحات. فبإمعان النظر في وضـع الأسطول السعودي يتضح لنا حجم الصعوبات التي تواجه الشركات الملاحية، و التي تكمن أساساً في شدة المنافسة، و عدم قدرتها على إثبات وجودها على الساحة العالمية.

و لقـد كان تطوير قطاع النقل البحري ترجمة لحرص الدولة على تحقيق التنمية الشاملة و مواكـبة الـتطورات العالمـية. فالعـالم الـيوم يعاصـر تطوراً ديناميكياً سريعاً تقوم فيه التكنولوجـيا بـدور رائـد في مختلف أوجه الأنشطة التجارية و الاقتصادية. فبالاتجاه إلى العولمـة و ظهـور التكتلات الاقتصادية، و الاندماج بين الوحدات الإنتاجية بما فيها وسائط الـنقل في ظل منظومة متكاملة، كان لابد و أن يتأثر النقل البحري باعتباره الوحدة الأساسية لـنقل التجارة الخارجية و العامل المشترك في أي عملية للنقل متعدد الوسائط. مما لاشك فيه أن كـل هـذه الـتطورات السريعة التي حدثت عالمياً كان لها الأثر الواضح على الصناعة البحرية شأنها شأن الصناعات الأخرى، فامتدت يد التقنية إلى كافة الجوانب الفنية و التشغيلية و حـتى الإدارية، و ازداد الاعتماد على الحواسب الآلية و برامجها في عمليات تشغيل السفن و تداول البضائع و إدارة الموانئ و غيرها من الأنشطة المختلفة للنقل البحري.

و إن الظاهـرة التـي يواجههـا البحث تتمثل في الصعوبات التشغيلية التي تواجه سفن الأسـطول الـبحري التجاري السعودي، حيث ألقت التغيرات و التطورات الحديثة مزيداً من الـتحديات التنافسـية علـى عاتق الشركات الملاحية الوطنية. كانت الشركات الملاحية فيما مضـى تقوم بتشغيل سفنها و تحقق أهدافها معتمدة على الخبرة الملاحية و الحنكة الإدارية و فـي غياب التحالفات العملاقة للشركات الملاحية الكبرى. أما اليوم وفي ظل المنافسة الشديدة التـي يشهدها السوق الملاحي، فقد أصبح لزاماً على الشركات الملاحية أن تبحث و باستمرار عـن مناهج و أساليب علمية جديدة، من شأنها إيجاد الحلول المناسبة لمشكلاتها التشغيلية، و تمكيـنها لبلوغ مستويات تشغيل غاية في الكفاءة و الجودة، و بالتالي تحقيق أهدافها المرجوة، و تحديد مكانتها في السوق الملاحي.

يعمـل الأسـطول الوطني ما دون طاقته الاستيعابية، في الوقت الذي تنخفض مساهمته فـي نقـل الـتجارة الخارجـية مع سيطرة سفن الشركات الأجنبية المنافسة على معظم تلك الـتجارة. و علـى ذلـك يتطلب الأمر ضرورة وجود تنظيم مؤسسي شامل يبدأ من داخل الشـركات الملاحـية ذاتها متمثلاً في تبني سياسات تشغيلية تضمن الاستغلال الأمثل للطاقة المـتاحة بما يحقق أعلى مستوى ممكن من العائد الاقتصادي المطلوب لضمان استمرارها و تواجدها، و ذلك بمسايرة الثورة العلمية السائدة واستخدام الأساليب العلمية و الإدارية الحديثة.

و لقــد و جدت الإدارة الحديثة في بحوث العمليات الأسلوب العلمي المناسب لحل الكثير من المشكلات الإدارية و التشغيلية، فكان أسلوب البرمجة الخطية من أبسط و أكثر التطبيقات شيوعاً في مجال تخصيص الموارد النادرة على الاستخدامات البديلة الممكنة أفضل تخصيص ممكــن. و مــن هــذا المنطلق فقد اهتمت هذه الدراسة بتطبيق نماذج البرمجة الخطية على المشــكلات التشغيلية لشركات الملاحة الوطنية كوسيلة لتحسين الأداء التشغيلي و رفع القدرة التنافسية لهذه الشركات.

تهــدف الدراســة إلــى بلورة المشكلات التشغيلية لشركات الملاحة الوطنية و ذلك من خــلال وضــع النماذج الاقتصادية الرياضية التي تكفل التشغيل الأمثل لسفن تلك الشركات. باســتخدام أســلوب البرمجة الخطية، و حل تلك النماذج ببرامج للحاسب الآلي. و تستعرض الدراســة مؤشــرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية، مع عرض أمثلة تطبيقية لحالات سفن مختلفة تمتلكها شركات وطنية و تقوم بتشغيلها.

تقــوم الدراسة بوضع ثلاثة نماذج رياضية من شأنها تحقيق أمثلية التشغيل، يتناول كل مــنها جانــب مــن جوانب المشكلة التشغيلية للشركة الملاحية التي تمتلك عدد من السفن و ترغــب فــي تشغيلها تشغيلاً أمثلاً. يركز النموذج الأول على تحديد الحجم الأمثل من السفن لكــل خــط مــن الخطوط الملاحية التي تشغل عليها الشركة سفنها. هذا بينما يعني النموذج الثانــي بالتخصــيص الأمثل للسفن ذات النوعيات المختلفة على عدة مسارات بحيث يتم من خلالــه اختــيار المسار الأمثل لكل نوع من أنواع السفن. يتمثل النموذج الثالث في تخطيط حركة السفن العاملة على مسارات مختلفة بين موانئ الشحن و التفريغ. و قد عنيت الدراسة بــأن تكون هذه النماذج من البساطة و الواقعية بحيث يمكن استخدامها في أي شركة ملاحية ترغب في تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها البحري.

شكر و تقديـر

الحمـد لله تعالى حمداً يكون عليه تمام الشكر بكل نعمة أنعم بها عليَّ. قال تعالى{ لئن شكرتم لأزيدنكم } (آل عمران،145). اللهم أسألك أن توزعنا من شكر نعمائك ما تبلغه غاية رضـاك، و اتمم اللهم علينا سوابغ النعم. أدعوك اللهم أن تنعم عليَّ بالهداية و التوفيق، و أن تجعلني ممن أعطى فشكر، وليس ممن أخذ فأنكر.

تـتقدم الباحثة بالشكر و التقدير لسعادة الأستاذ الدكتور/ جمال الدين أحمد مختار رئيس الأكاديمـية العربـية للعلـوم و التكنولوجـيا والنقل البحري على مساعدته القيمة و تشجيعه المسـتمر لأبـناء الدول العربية، مما ساعد على خلق جيل جديد من الكوادر البحرية و التي تقـود أنشطة النقل البحري حالياً في الدول العربية. كما تتقدم بعميق الشكر و خالص الامتنان إلـى الأسـتاذ الدكـتور/ محمـد سليمان هدى أستاذ اقتصاديات النقل البحري بالأكاديمية و المشرف على هذا البحث على مجهوداته و نصائحه التي كان لها أبلغ الأثر في إخراج البحث بهـذه الصـورة المشـرفة. و إلـى السادة الأساتذة الدكتور/ رفعت محمد رشاد رئيس قسم الدراسـات العليا بالأكاديمية، و الدكتور/ سيد فتحي الخولي الأستاذ المشارك بقسم الاقتصاد فـي جامعـة الملك عبد العزيز، و الأستاذ الدكتور المهندس/ علي العبد ، و الأستاذ الدكتور/ محمد محروس إسماعيل لاشتراكهم في مناقشة هذا البحث.

كمـا تـتوجه الباحـثة بخالص الشكر إلى الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد المنصف محمود مستشـار رئيس الأكاديمية لشئون النقل الدولي و اللوجستيات، و إلى السيد الربان/ أحمد عبد الله الوكـيل عميد كلية النقل البحري و التكنولوجيا، و الربان/ مدحت عباس خلوصي رئيس قسـم الـنقل الدولي و اللوجستيات بالأكاديمية. و تنتهز الباحثة الفرصة للتوجه بشكر جزيل لكـل من الأخوة الزملاء الأساتذة: أيمن النحراوي بالأكاديمية، و عماد أبو السعود و خالد أبو الـنجا بـوزارة النقل على تعاونهم في إمدادها بالمعلومات و البيانات اللازمة. و تقدم الشكر إلـى أسرة العاملين بمكتبات جامعة الملك عبد العزيز و الأكاديمية، و بنك المعلومات بوزارة الـنقل الـبحري المصرية. كما تقدم وافر الشكر و الامتنان للشركة السعودية الوطنية للنقل الـبحري، شركة البكري للملاحة المحدودة، شركة الملاحة العربية المتحدة، و شركة الشرق للتجارة و الملاحة المحدودة.

و شكراً خاصاً تقدمه الباحثة لأستاذتها الفاضلة الدكتورة/ زينب قباني المشرفة على قسم الاقتصـاد بجامعـة الملك عبد العزيز لرحابة صدرها و ما تحملته عنها خلال فترة الدراسة. كذلـك تشـكر الدكتورة/ هند الشدوخي و الدكتورة/ آمال نظير مدكور لتشجيعهما و دعمهما. كمـا توجـه خـالص الشـكر إلى جميع أساتذتها الفاضلات بقسم الاقتصاد و زميلاتها بكلية الاقتصـاد و الإدارة بجامعـة الملك عبدالعزيز، ولكل منهن فضله من جهد أو رأي أو حتى كلمة تشجيع. هذا و تشكر صديقتها الغالية إيمان صالح فاضل على مواقفها النبيلة.

كما تقدم الباحثة كل الشكر و الحب إلى أفراد عائلتها لحبهم و احتوائهم و أثرهم العميق في إكمالها لمسيرتها العلمية.

إلـى هـؤلاء جميعاً و إلى الجهود التي تضافرت لتمنحها الثقة، و أسهمت بنفس سخية لـتمدها بالعون، فأثمرت نتائجها في هذا الجهد المتواضع تتقدم الباحثة بوافر الشكر و عظيم الامتنان عسى الله أن يجزيهم عنها جميعاً خير الجزاء.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة

رقم الصفحة

رقم الصفحة

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الرموز

الرمز	التوصيف
C	تكلفة تشغيل السفينة للرحلة الواحدة.
D	عدد أيام رحلة السفينة.
E	إجمالي الإيرادات المتوقعة للسفينة عن الرحلة الواحدة.
F	سعر النولون.
I	إجمالي عدد السفن المكونة لأسطول الشركة العامل.
L	عدد أيام التوقف السنوية للسفينة.
M	خطط الحركة المختلفة للمسارات الممكنة.
N	إجمالي الخطوط الملاحية التي تشغل عليها السفن.
P	الربح المتوقع للسفينة.
Q	كمية البضاعة و الحمولات المتاحة.
R	عدد المسارات المحددة لتشغيل السفن عليها.
S	الأنواع المتاحة من السفن المكونة لأسطول الشركة الملاحية.
T	ميزانية زمن تشغيل السفينة المخطط لها.
U	تكرارية الخدمة السنوية للسفن.
V	عدد الرحلات.
Vo	العدد الأدنى من الرحلات السنوية الممكنة.
X	تكلفة التوقف اليومية للسفينة.
Y	إنتاجية السفينة.

الفصل الأول

فصل تمهيدي

الفصـــل الأول

"فصــل تمهيـــــدي"

أولا – تعريف مشكلة البحث

حرصـت المملكـة علـى تنمـية أسطولها التجاري البحري، وسعت جاهدة لتوفير أهم المسـتلزمات والمقومات اللازمة للنهوض بقطاع النقل البحري. كان ذلك إدراكاً منها لأهمية قطاع النقل البحري في دعم اقتصادها الوطني، وضرورة امتلاك أسطول بحري يعمل بكفاءة لخدمـة التجارة الخارجية. و على الرغم من ذلك، شهدت مساهمة الأسطول السعودي للنقل الـبحري فـي خدمـة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية انخفاضاً ملحوظاً منذ عام 1984م،فـبعد أن كانـت المملكـة تتصـدر المركز الأول بين الدول العربية من حيث طاقة أسـطولها البحري التجاري، تقلص هذا الدور تدريجياً حتى أصبح فيها الأسطول عاجزاً عن نقل ما يزيد عن 4% من صادرات المملكة ووارداتها.

يعـزو انخفـاض مساهمة الأسطول السعودي في نقل التجارة الخارجية إلى العديد من الأسـباب، يكمن أهمها فيما هو مرتبط بشدة المنافسة الأجنبية التي يلقاها الأسطول وشركات الملاحـة الوطنية سواء على صعيد المضاربة على أجور النقل، أو من خلال السياسات التي تتبعها الشركات الأجنبية لإلحاق الضرر بشركات الملاحة الوطنية عبر الاحتكار الدولي الذي تمارسـه. ومـن الأسباب أيضاً ما هو مرتبط بانخفاض الدعم المقدم والمساندة اللازمة، مع الافـتقـار إلى مصادر التمويل Financing Sources التي تتطلبها هذه الصناعـة ذات الكثافة الرأسمالية Capital Intensive العالية .

كمـا أن هناك أسباب أخرى تكمن في ضعف إمكانيات الأسطول السعودي نفسه ، والتي كانـت نتاجاً لعدة عوامل من أهمها : تشغيل سفن الأسطول بمعاملات تحميل ضعيفة ، زيادة عـدد أيـام مكـوث السفن بالموانئ، ضعف فئات نوالين النقل، و ارتفاع تكاليف التشغيل. و يتضـح هـنا، أن مشـكلة الأسطول السعودي إنما هي في الأساس مشكلة تشغيل، فشركات الملاحة السـعودية شـأنها شأن معظم الشـركات الملاحية بالدول النامية ، تواجه تحديات و ومشكلات حقيقية وهي بصدد تشغيلها سفن أساطيلها البحرية. و يتطلب الأمر إلقاء مزيد من

الضـــوء علـــى تلـــك الـــتحديات و المشـــكلات و تحليلها و دراسة جوانبها المختلفة. تقوم الشركات الملاحية سواء في الدول النامية بصفة عامة، أو في المملكة بصفة خاصة بتشـــغيل سفنها مســـتخدمة أســـاليب تقليدية تحكمها الخبرة والعرف. هذا في الوقت الذي تستخدم فيه معظم الدول البحرية – المتقدمة – أحدث الأساليب العلمية المتقدمة في تشغيل سفنها.

كمـــا إن اســـتخدام الأساليب والإدارة العلمية Scientific Management and Methods فـــي تشـــــغيل الســـفن إنما يعمل وبدون شك على رفع كفاءة تشغيل السفن، و يمنح الشركة القـــدرة علـــى التحكم في تكاليفها التشـــغيلية وكذلك في زمن الرحلات، مما يؤدي بدوره إلى تحقيق أرباح أكبر للشركة. هذا علاوة على ما تقدمه دول تلك الأساطيل من إعانات لبناء أو تشـــغيل السفن، مما يعزز من القدرة التنافسية للشـــركات القائمة بمختلف الأنشـــطة البحرية، ويمكـــنها مـــن الـــبقاء والاستمرار بل والاستحواذ أيضاً على نصيب أكبر من حجم التجارة الدولية المنقولة بحراً.

تســـتخدم الـــدول المتقدمة بحرياً بصفة عامة نظماً للمعلومات، مع قيامها بإعداد خطط للتشـــغيل والتدريـــب والصـــيانة و الرقابة. إضافة إلى ذلك، تلجأ الشركات الكبرى في النقل البحري إلى استخدام حاســـبات آلية في الإدارة و التشغيل، ونماذج اقتصادية رياضية تمكنها مـــن الوصول إلى الوضع الأمثل لتشغيل سفن أساطيلها البحرية، ومن ثم تحقيق أقصى كفاءة اقتصاديـــة تكفل لها القدرة على تحقيق أهدافها الاقتصادية. و من أهم تلك الأهداف : تعظيم الأربـــاح، تقلـــيل تكالـــيف التشـــغيل، زيادة عدد الرحلات، فضلاً عن تقليل زمن التعطلات. وهـــذا مـــا تفتقده معظم الشركات الملاحية العاملة و المشغلة لسفن الأسطول البحري بالدول النامية والتي منها المملكة العربية السعودية.

إن الطفـــرة العلمـــية والتكنولوجية التي يشهدها العالم اليوم، استدعت تطويراً و تحديثاً مواكـــباً لهـــا في كافة المجالات، و كانت صناعة النقل البحري من القطاعات أو الصناعات التي تأثرت بذلك التطور السريع، ســـواء كان ذلك في جوانبها الفنية أو الإدارية أو التشغيلية فـــزاد الاعـــتماد على الحاسبات الآلية والبرامج الرياضية المختلفة في عمليات تشغيل السفن ومناولة البضائع، وإدارة الموانئ، وكافة الأنشطة الأخرى. و قد أصبح من الضروري القيام بجهد ملموس يعاصر التقدم والتطور الحالي ليشمل جميع أنشطة النقل البحري في سبيل دعم الشركات الملاحية و تحفيزها على أداء أفضل لخدمة الاقتصاد الوطني.

وفـــي ضـــوء ما تقدم نجد أن مشـــكلة هذا البحث (نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمـــثل لســـفن الأســـطول البحري السعودي) تتركز في سؤال رئيسي هو: ما هي النماذج

الاقتصـــادية الرياضـــية للتشـــغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي؟. و عليه فإن مشـــكلة هـــذا البحث سوف تدور حول مجموعة من الأســـئلة الفرعية، و التي نلخصها وفقاً للآتي :-

1- إذا كـــان البحث يدخل في نطاق بحوث الاقتصاد الرياضي، فستدور تساؤلاتنا حول: ما هـــو مدخـــل الاقتصاد الرياضي؟ وما هي أنواع النماذج الاقتصاديـــة الرياضية ؟. ما هـــي المراحل التي يتم من خلالها بناء النموذج الاقتصادي الرياضي؟ وما هي النماذج الرياضية التي يمكن استخدامها في شركات الملاحة البحرية ؟.

2- إذا كـــان البحـــث يدخل في نطاق الاقتصاد المثالي (المعياري) Normative Economics فســـتكون تســـاؤلاتنا مركزة حول: ما هو الاقتصاد المثالي وما هي أهدافه ؟. ما هو مفهـــوم الأمثلية Optimization ؟ وما هي الكفاءة الاقتصادية Economic Efficiency ؟ وكيف يتم التخصيص و التشغيل الأمثل للموارد Allocation of Resources ؟ وما هي معايير التشغيل الأمثل لسفن أسطول النقل البحري ؟.

3- أمـــا التســـاؤل الثالـــث فـــيرتكز حول:ما أهمية تطوير أسطول بحري وطني للاقتصاد الســـعودي؟. ما هو الواقع الحالي للأسطول البحري السعودي ؟ وما هي أهم المعوقات والمشـــكلات التي تحد من فعالية مساهمته في خدمة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية ؟.

4- يـــتحدد التســـاؤل الرابع بحيث يمثل المشكلة الأساسية للبحث، ليدور حول ماهية النماذج الرياضـــية التـــي يمكـــن استخدامها بالنسبة لسفن الأســـطول البحري السعودي سواء لـــتحديد الحجـــم الأمثل للسفينة، أو لتحديد خطط حركة السفن، أو لتخصيص السفن و جدولـــتها علـــى المســـارات المـــثلى لهـــا، و كيفية تطبيق هذه النماذج عملياً و وضع الســـياســـات الملائمـــة بمـــا يكفـــل في النهاية تحقيق التشـــغيل الأمثل لسفن الشركة الملاحية. و من الطبيعي أن هذا البحث لن يتناول كل هذه النماذج، إنما سيتناول بعض الأمـــثلة ، مـــع ملاحظة أنه سيتم استعراض هذه النماذج في الجزء الخاص بالدراسات السابقة.

و بالإجابة على الأسئلة الفرعية السابقة نكون قد أجبنا على السؤال الرئيسي للبحث.

ثانياً – أهداف البحث

يتمثل الهدف من أي بحث علمي في الإجابة على أسئلة البحث المطروحة إجابة علمية. وفي هذا البحث نهدف إلى بناء تلك النماذج الاقتصادية الرياضية الكفيلة بإيجاد التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي. وعليه يمكن تحديد أهداف البحث في مجموعة الأهداف التالية :-

1- تركيز نظر شركات الملاحة السعودية نحو استخدام الأساليب العلمية البحثية الحديثة في تشغيل سفنها، ومن هذه الأساليب استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية .

2- استعراض واقع أسطول النقل البحري السعودي بالتركيز على أهم المشاكل و المعوقات التي تواجه تشغيل هذا الأسطول، والتي تؤدي بدورها إلى انخفاض إنتاجية النقل التي يحققها.

3- استعراض معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية من خلال تعريف الاقتصاد المثالي وتوضيح أهدافه، و التركيز على مفاهيم الأمثلية والكفاءة الاقتصادية والاستخدام الأمثل للموارد،.

4- التعرف على استخدامات النماذج الرياضية في شركات الملاحة البحرية، مع توضيح ماهية الاقتصاد الرياضي والنماذج الاقتصادية الرياضية، أنواع و تقسيمات النماذج، ومراحل بنائها.

5- التعرف على أهم مؤشرات التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري، مع تطبيق بعض الأمثلة على سفن شركات الملاحة الوطنية، و التركيز على بناء نماذج اقتصادية رياضية تحدد التشغيل الأمثل لسفن النقل البحري السعودي. تشتمل النماذج المختارة على تحديد الحجم الأمثل للسفينة لكل خط من الخطوط الملاحية، و تخصيص المسار الأمثل لكل سفينة من السفن العاملة على عدة موانئ على خط ملاحي واحد، و كذلك نموذج لتحديد الخطط المثلى لحركة سفن الأسطول على المسارات المختلفة. هذا و سيتم وضع هذه النماذج بطريقة مبسطة، بحيث تكون قابلة للتطبيق في أي شركة ملاحية.

ثالثاً - نــوع البحــث

يدخل هذا البحث في نطاق بحوث الاقتصاد الرياضي التي تركز على مشاكل الأمثلية، و تحقــيق الكفــاءة الاقتصــادية والاستخدام الأمثل للموارد (السفن). أو بعبارة أخرى يعتبر البحث من بحوث الأمثلية باستخدام النماذج الاقتصادية الرياضية للوصول إلى الوضع الأمثل (التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي).

رابعــاً - المفاهيــم و التعاريــف

1) - أسطول النقل البحري التجاري السعودي :-

يقصد به السفن التجارية المملوكة لشركات الملاحة السعودية و الرافعة للعلم السعودي. و مــن المعروف أن سفن النقل البحري التجاري تشتمل على نوعيات مختلفة من السفن تتمثل فــي: الــناقلات Tankers، حاملات الصب Bulk Carriers، سفن ركاب Passenger Ships، ســفن بضـــائع عامة تقليدية Conventional General Cargo Ships، ونمطية Unitized. و يركـــز بحثـــنا هذا على سفن البضائع العامة التقليدية وبعض السفن النمطية كسفن الحاويات Containers والســفن مــتعددة الأغراض Multi-purposes Ships لتمثل أو تكون الأسطول البحري السعودي (السفن الخطية التي تنقل البضائع).

أ . ســفن البضائع العامة التقليدية Conventional General Cargo Ships :- و تشمل سفن البضائع غير الموحدة نمطياً مثل سفن البضائع العامة الخطية ، وحاملات السيارات، وســفن الثلاجات. فهي سفن تنقل نوعيات معينة من البضائع المعبأة أو في صناديق، كما أنها سفن مجهزة بأوناش عديدة وبها عدد من العنابر.

ب . ســفن الحاويــات Containers :- و هي سفن مخصصة لنقل حمولات كاملة أو جزئـــية من الحاويات. ونظام الحاويات إنما يعني تغليف البضائع ورصها في حاويات ذات مقايـــيس موحدة لها فتحات جانبية يتم فيها رص البضائع سواء في المخازن أو في المصنع القائم بالتصدير، بحيث لا يتم فتحها إلا بعد نقلها بحراً.

ج . السفن متعددة الأغراض Multi- purposes Ships :- هي نوع من السفن يجمع مزايا السفن المتخصصة المختلفة، فقد يتم تصميمها لشحنها بالحاويات، أو الطبالي Pallet ، أو الدحرجة Ro/Ro، أو حاملات الصنادل Barge Carriers. و لذلك فإن هذا النوع من السفن يتمتع بكونه أكثر مرونة للعمل بين موانئ الدول المتقدمة، أو موانئ الدول النامية ذات التسهيلات المتخصصة و المتقدمة.

2) - السفن الخطية (النظامية) :-

يعني بحثنا هذا بدراسة مشكلة التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي. و السفن المعنية في هذا الصدد هي السفن النظامية أو الخطية تمييزاً لها عن السفن الجوالة Tramp Ships. فالسفن النظامية أو الخطية Liner Ships هي سفن تعمل طبقاً لجدول إبحار معلن عنه مسبقاً Sailing Schedule و بانتظام، وتتردد هذه السفن على موانئ محددة، و في تواريخ ثابتة و معلومة.

3) - الاقتصاد الرياضي و النماذج الرياضية :-

يعبر الاقتصاد الرياضي عن كيفية استخدام الرياضيات في المجال الاقتصادي، أو بعبارة أخرى التعبير عن المشكلة الاقتصادية في صياغة رياضية باستخدام النماذج. والنموذج الرياضي هو تعبير رياضي في صورة مجموعة من المعادلات، أو المتباينات، ودالة كمية Quantitative Function لأي مشكلة اقتصادية. فالنموذج الرياضي هو تمثيل مبسط لمشكلة اقتصادية معينة تصاغ في قالب رياضي متمثل في عدد من المعادلات أو المتباينات التي توضح طبيعة المشكلة. هذا و يعبر عن المشكلة الاقتصادية في شكل معادلات أو متباينات بمثابة قيود يتم في ضوئها حل المشكلة، وعلى ضوء دالة الهدف Objective Function أيضاً. حيث أن دالة الهدف تعكس المعيار المستخدم في حل المشكلة، وتعتمد النتائج التي نحصل عليها على ذلك المعيار المختار.

4) - الاقتصاد المثالي Normative Economics :-

يهتم الاقتصاد المثالي بما يجب أن تكون عليه الأشياء. فالاقتصاد المثالي أو المعياري كما يطلق عليه البعض يهتم بالوضع الأمثل، تمييزاً له عن الوضع الفعلي و الذي يدخل في

نطاق الاقتصاد الإيجابي. وهدف الاقتصاد المثالي يكمن في تحديد الوضع الأمثل. وتعتمد الإجابـــة علـــى ماهية الوضع الأمثل على معايير Criterions لتقييم البدائل المثلى والتي هي معايير الأمثلية. هذا ويعني الوصول إلى الوضع الأمثل تحقيق الكفاءة الاقتصادية، كما يعني التخصـــيص الأمـــثل للموارد. وعلى سبيل المثال، فإن التشغيل الأمثل لسفن النقل البحري بصفة عامة يتم على ضوء اختيار أحد المعايير التالية:-

أ- معيار تحقيق أكبر ربح كلي ممكن.

ب- معيار تحقيق أقل تكاليف كلية للتشغيل.

ج- معيار تحقيق أقل متوسط لتكاليف نقل الطن الواحد.

د- معيار تحقيق أعلى قدر من إيرادات التشغيل.

ه- معيار تحقيق أقصى إيرادات من العملات الأجنبية.

و- معيار نقل أكبر حمولة ممكنة من التجارة الخارجية.

ز- معيار إنجاز أكبر عدد من الرحلات.

ح- معيار تحقيق أقل زمن للتعطلات و التوقف.

ط- معيار تحقيق أكبر قيمة مضافة.

خامساً – الدراسات السابقة

تطورت الأساليب الرياضية المستخدمة في التحليل الاقتصادي وتعمقت بشكل كبير، وأصبح الأسلوب الكمي سمة تميز معظم أبحاث العالم المتقدم. أما في عالمنا العربي فلازال الأسلوب البحثي يتميز بالوصفية، الأمر الذي أضعف من مقدرتنا على الإضافة الحقيقية للعلوم الاقتصادية والإدارية. ولما كان هذا البحث يجمع بين الاقتصاد الرياضي والنقل البحري، فقد كان من الضروري أن تشتمل أدبيات البحث على الكتابات المتخصصة في الاقتصاد الرياضي وبحوث العمليات، فضلاً عن تلك الكتابات الخاصة باقتصاديات النقل البحري. وأيضاً والأهم تلك الدراسات التي تجمع بين الاقتصاد البحري و الأسلوب الرياضي لتتناول موضوع دراستنا هذه .

لقد تعددت الكتابات التي تتناول مبادئ التحليل الاقتصادي الرياضي بحيث توضح مشكلات الأمثلية وطرق حلها باستخدام أساليب البرمجة الرياضية و منها البرمجة الخطية، البرمجة غير الخطية، البرمجة الديناميكية و نظرية المباريات، والمبينة لكيفية تحديد الحلول المثلى للمشكلات الاقتصادية المختلفة. كان من أهم تلك الكتابات والتي تم الاستعانة بها في هذه الدراسة كتابات كل من:"جاس" Gass (1975)[1]، "بامول" Baumol (1977)[2]، "خوري وبارسونز"Khoury & Parsons(1981)[3]، "إبراهيم العيسوي" (1982)[4]، "أرشيدالد و ليبسي" Archidald & Lipsey (1985)[5]، " محمد الليثي و لطفي سيفين" (1997)[6].

أما فيما يختص باقتصاديات النقل البحري ، فهناك الكثير من الكتابات الأجنبية، وقلة من الدراسات العربية التي تناولت هذا الموضوع بالتحليل والدراسة لتشمل أهمية النقل البحري والأسطول التجاري العالمي وإنتاجيته. كما تستعرض هذه الدراسات واقع السوق الملاحي من حيث الأسعار والتكاليف والإيرادات، هذا إلى جانب اقتصاديات الموانئ Ports Economies و تجهيزاتها و عمليات تشغيلها، وغير ذلك من الموضوعات التي يحتويها نطاق هذه الصناعة. ولكن الدراسات التي تهمنا أكثر في مجال هذا البحث هي تلك التي تتناول الجانب التشغيلي لسفن الأسطول البحري، وتتعرض لاقتصاديات النقل البحري من الناحية الكمية أو بالأسلوب الرياضي في التحليل. هذا النوع من الدراسات أقل نسبياً من الدراسات الوصفية في النقل البحري.

كانت دراسة "د. محمد سليمان هدى" في اقتصاديات النقل البحري (1983)[7] من الدراسات التي تعني باستخدام الطرق الكمية في تطبيقات النقل البحري، والتي تعرضت

لموضـــوعات عديـــدة مـــثل: إنتاجـــية الأسطول البحري وأنواع السفن، وإيرادات وتكاليف التشـــغيل، مشـــيرة إلـــى مؤشرات تشغيل السفن وتخطيط الرحلات، مبينة ذلك بأمثلة رقمية تعطي مزيداً من الدقة والوضوح.

هـــناك أيضـــاً دراسة "جانسون" و "تشنيرسون" Jansson & Shneerson (1987)[8]، و التـــي تناولت سوق الملاحة المنتظمة (الخطية) و هيكل أسعار الشحن والتكاليف، مع التركيز علـــى أمثلـــية الخدمـــة الخطية البحرية بتقليل و تدنية تكاليف التشغيل. فقد وضعت الدراسة نموذجاً لأقل تكلفة في التجارة الخطية من حيث علاقة التكلفة الكلية للسفينة بحجم السفينة. و قـــد ركزت الدراسة على مشكلة إيجاد الحجم الأمثل للسفينة، لتعتبر هذه المشكلة بطبيعتها هي جـــزء مـــن المشـــكلة العامة للتصميم الأمثل للسفينة، مستخدمة أساليب الاقتصاد القياسي في النمذجة لحل تلك المشكلات.

تحـــوي أدبـــيات البحـــث العديد من الدراسات التي تناولت موضوع اقتصاديات حجم الســـفينة، و اختيار ذلك الحجم الأمثل الكفيل بتحقيق أمثلية التشغيل و الاستفادة من اقتصاديات الحجـــم. و أخذاً في الاعتبار بوفورات الحجم الكبير الاقتصادية، فقد زاد حجم السفن وخاصة الحاويـــات فـــي الآونة الأخيرة، وظهرت بالتالي دراسات تعني بهذا الموضوع. كان من أهم تلك الدراسات دراسة للكاتبين السابقين[9] ، قدما فيها نموذج يحدد الحجم الأمثل للسفينة لتدنية التكالـــيف الكلـــية –سواء في البحر أو في الميناء – للطن الواحد من البضاعة. و تكملة لهذا العمـــل قـــام كل من "جارود" و "ملكليوس" Garrod & Mhlklius (1985)[10] بدراسة متممة، لدراســـة "تشنيرسون" و"جانسون" لتقدم معدلات أسرع من التحميل والتفريغ، وحجم أمثل أكبر للسفينة.

قبل ذلك كانت هناك دراسة لـــ "جوس" و "جونز" Goss & Jones (1977)[11]، تتناول موضـــوع اقتصاديات الحجم لحاملات الصب الجاف، وتهدف إلى تحديد و بيان أثر استخدام ســـفن مـــتفاوتة الأحجـــام لحمل ونقل البضائع على مسارات مختلفة المسافات. وقد طورت الدراســـة نموذجـــاً للوقوف على حجم التكاليف – الرأسمالية و التشغيلية منها – ويتأتى ذلك باستخدام طرق تخفيضية. وقد طبق النموذج بالنسبة للبضائع المحملة على أساس اتجاه واحد للـــرحلة، بحيث يمكن اســـتخدام النتائج وتطبيقاتها على أنماط رحلات متعددة الجوانب بشكل أدق وأكثر واقعية.

أجريت دراسات أخرى عديدة تناولت الحجم الأمثل للسفينة،مثل دراسة " تالي " Talley (1990)[12]، والتـــي تناولـــت تكلفة الحاويات ومدى تأثر هذه التكلفة بحجم السفينة. وكذلك

دراســة "فــيلدمان" Veldman(1993)[13]، التي طورت نموذجاً لبيان تكاليف النقل البحري لخدمــة الســفن الخطــية كدالة في حجم السفينة، وذلك في سبيل التوصل إلى الحجم الأمثل للســفينة علــى مســار معين. فالدراسة تظهر مدى أهمية اختيار الحجم المناسب للسفينة في عملية تخطيط الخدمات الملاحية، علاوة على أهمية ودور التكاليف في هذا الاختيار، اعتماداً على أنه كلما زاد حجم السفينة كلما انخفضت تكاليف الوحدة الواحدة المنقولة.

وفي دراسة مشابهة لــ "ليم" Lim (1994)[14] عن اقتصاديات حجم سفن الحاويات يتم اختــبار العوائد والتكاليف الناجمة عن خدمة الحاوية وذلك بتشغيل الرحلة للمراكب كل على حــدة. فقــد هدفت الدراسة إلى اختبار الفرض القائل بأن المراكب الأكبر حجماً هي الأجدى اقتصــاديا، حيث تنخفض تكلفة تقديم الوحدة الواحدة من خدمة النقل التي توفرها الحاوية مع زيــادة كبر وحجم السفينة. وإن كان هذا الفرض يتفق مع ما تنص عليه النظرية الاقتصادية، إلا أن الدراســة تبين أن السؤال عن الحجم الأمثل للسفينة لا يمكن أن يعطى له إجابة محددة عامــة وقابلة للتطبيق في جميع الحالات. فتحديد الحجم الأمثل وأثره على نتائج الرحلة إنما يخــتلف وفقــاً للعديد من العناصر، كمستوى أجور الشحن، وطول الرحلة ومستوى التكاليف الجارية وغير ذلك.

و مــن الدراســات المتعلقة بتشغيل السفن، فإنه يتعين علينا أن نذكر دراسة " إبراهيم خلــيل إبراهــيم " (1986)[15] بعنوان " العوامل التي تؤثر على اقتصاديات تشــغيل السفن وأثــر ذلك على حجم الفائض للشركات الملاحية. فالدراسة بالإضافة إلى استعراضها لأنواع السفن التي تعمل بالنقل البحري وتعريفها بالتأمين البحري وغير ذلك من الموضوعات، تركز على اقتصاديات النوالين البحرية والدور الذي تلعبه في اقتصاديات تشغيل السفن. كما تركز أيضــاً علــى تكاليف التشغيل كعامل بالغ التأثير والوسائل الكفيلة بترشيد هذه التكاليف، لتبين أنسب أساليب التشغيل التي يمكن أن يدار بها الأسطول التجاري، و يحقق فائضاً من خلالها.

أمــا دراسة "برانش" Branch (1988)[16] فقد عنيت بموضوع تشغيل السفن أيضاً، و ركــزت علــى التخطــيط التشــغيلي للأسطول والعوامل المؤثرة على عملية اتخاذ قرارات التشــغيل. وقــد خصصت الدراسة جزءاً للحوسبة الآلية Computerization وأهميتها، مبينة أهمــية الاعــتماد علــى الحاســبات كأداة أساسية تستخدم في معظم شركات الملاحة بالدول المــتقدمة. هــذا وتظهر الدراسة مدى افتقار الدول النامية لهذه التكنولوجيا المتقدمة، وأهمية تبنــي هــذه الــدول لــتلك التكنولوجيا في سبيل تحقيق كفاءة تشغيلية أعلى وسهولة أكثر في استخدام الموارد المتاحة لها استخداما أمثلاً.

تناولـــت دراســـة "إفانـــز" و "مـــارلو" Evans & Marlow (1990)[17] الكثـــير من الموضـــوعات في النقل البحري ومعالجتها رياضياً، كالطلب على النقل البحري والمعروض من السفن وتوازن السوق الملاحي. هذا وقدمت الدراسة أيضاً تقييم للرحلات بدراسة تكاليف الســـفينة وإيـــراداتها، والحجم الأمثل للسفينة. كما شملت الدراسة بين موضوعاتها المختلفة البرمجة الخطية واستخداماتها في حل المشكلات الاقتصادية البحرية مع تركيزها على طرقة الحل ذو الإتجاه الواحد Simplex Method في الحل.

حظت السفن المنتظمة باهتمام أقل من جانب الباحثين، خاصة فيما يخص الأسلوب الكمي والرياضـــي في التحليل. وقد يرجع ذلك إلى طبيعة بعض المتغيرات والعوامل المؤثرة على تشـــغيل الســـفن الخطية المنتظمة، كالقوانين و الأنظمة الحكومية، و الإعانات المقدمة، والحد الأدنـــى المطلوب من تكرارية الخدمة Frequency of service وغيرها. علاوة على ذلك فإن الـــبحوث التـــي أجريـــت حتى الآن تعتمد أغلبها بشكل أساسي على أساليب المحاكاة مقارنة بالطـــرق الأكثر صحة ودقة كالبرمجة الخطية و اللا خطية. فقد أصبحت هذه الأخيرة أوسع استخداماً في إيجاد الوضع الأمثل، وأنجح تطبيقاً على مشاكل تشغيل أساطيل السفن المنتظمة وجدولـــتها عـــند وجـــود ثقـــة في تنبؤات البضاعة. إن قلة الجهود التي بذلت نسبياً بالنسبة لمشـــكلات الجدولة Scheduling problems تعود إلى حالات عدم التيقن التي تتخلل الخدمات الـــبحرية، والتي تجعل من دراســـة النماذج التحليلية لمشاكل النقل البحري أكثر صعوبة من وسائل النقل الأخرى.

كانت هناك بعض الدراسات في البداية عن نماذج الأمثلية لحل مشكلات جدولة وتسيير الســـفن، ولكـــن معظم تلك الدراسات إنما كانت تختص بسفن الحاملات الصناعية Industrial Carriers ونـــاقلات الـــنفط. مـــن هذه الدراسات نذكر دراسة "إيفريت" Everet (1972)[18]، والتـــي اســـتخدمت فيها البرمجة الخطية لإيجاد افضل أسطول من ناقلات وحاملات الصب الكبـــيرة والمطلوبـــة لنقل ما نسبته 15% من التجارة الخارجية الأمريكية. أخذت الدراسة في الاعتـــبار تحـــركات البضـــاعة والـــرحلات وقائمة السفن وقيود الميناء عند وضعها لنموذج الأمثلية.

وفـــي إدارة ســـفن الأســـطول الخطي، كانت هناك دراسة "بوفي"Boffey (1979)[19]، والتـــي أوجـــدت نمـــوذج أمثلية مساعد ونظام لدعم القرار، وذلك لجدولة سفن الحاويات في طـــريق شـــمال الأطلنطي[20]. أما " بنفورد " Benford (1981)[21]، فقد صاغ مشكلة إيجاد أفضـــل تشـــكيلة من السفن المتاحة للأسطول بغرض نقل كمية محدودة من الحمولات الصب

خـــلال فترة زمنيـــة معينة بين مينائين بطريقة الحل ذي الاتجاه الواحد Simplex Method. هـــذا في حين أن "ستوت و دوجلاس" Stott & Douglas (1981)[22] قد استنبطا نظام جدولة Scheduling و تخطـــيط للتشغيل البحري لحاملات الصب Bulk Carriers، و ذلك باستخدام نموذج للبرمجة الخطية في سبيل تحديد مراكب ذات جداول محددة مسبقاً.

ومن الدراسات التي استعرضت مشكلات تشغيل الأسطول والنماذج الخاصة بها أيضاً، دراســـة " اليكسز" Alexis (1982)[23]، التي قدم فيها معاينة شاملة لنماذج جدولة سفن النقل الـــبحري. كمـــا استعرضـــت الدراسة ملاحة حاملات الصب والناقلات، مع صياغة بعض المشـــكلات المـــتعلقة بها سواء فيما يخص السفن الجوالة أو السفن الصناعية، ولم تقتصـــر فقط على العمليات الخطية.

تعـــد دراســـة "محمد سليمان هدى" (1983)[24] من الدراسات العربية النادرة في هذا المجـــال، و التـــي تظهر لنا احتياجات متخذي القرار بشركات الملاحة و الموانئ البحرية و الترســـانات و كذلك شركات الشحن و التفريغ و التخزين. فالدراسة تركز على بناء النماذج الرياضـــية و اســـتخداماتها في شركات الملاحة، هذا بالإضافة إلى مناقشتها لمشاكل البرمجة الخطـــية مـــن نقل و تخصيص و توزيع. كما تقدم الدراسة الحلول الخاصة لمشاكل الخطط المـــثلى ســـواء تلـــك المتعلقة بنقل الشحنات المختلفة على سفينتين، أو المتعلقة بتفريغ حمولة الســـفينة على عدة مخازن. هذا فضلاً عن توزيع السفن على الخطوط الملاحية المختلفة، و إيجاد الخطة المثلى لتشغيل سفن البضائع العامة على الخطوط الملاحية المختلفة.

يأتي "بيراكس" Perakis (1985)[25] – و هو من أكثر الكتاب في هذا المجال– ليحل مشـــكلة إيجـــاد أفضـــل توليفة من السفن بطريقة رقمية رياضية محرزاً تطوراً واضحاً في دراســـات التشـــغيل الأمـــثل لسفن الأساطيل البحرية. فقد قام "بيراكس" بحل مشكلة الأمثلية اللاخطـــية القـــيود Non-Linear Constraints مستعيناً بأسلوب حسابي غير خطي باستخدام مضـــاعف لاجـــرانج Lagrangean Multiplier. ويعـــود "بـــيراكس" بالتعاون مع "باباداكس" Papadakis (1987)[26]، ليتـــناول مشكلة تدنية تكاليف تشغيل أسطول من السفن يحمل كمية معيـــنة من البضائع بين مينائين خلال فترة زمنية معينة. فقد قدم الكاتبان نماذج متنوعة أكثر تفصيلاً و دقة و واقعية لأمثلية تشغيل الأسطول، مع الأخذ في الاعتبار بعوامل و قيود عديدة كالتحميل الكامل، وسرعات الموازنة و غيرها.

وفـــي جزء ثاني من الدراسة لنفس المؤلفين[27]، تم تطوير صورة لا خطية لمشكلة أقل تكلفـــة تشـــغيل ســـفن لـــنقل كمية محددة من الحمولات من مجموعة من موانئ التحميل إلى

مجموعــة مــن موانــئ التفريغ. لتكون تكاليف التشغيل دوال غير خطية للحمولة الكاملة للسفينة، السرعات الموازنة، واستهلاك الوقود.

وقـد قـدم كل من "رنا" و "فيكسون" Rana & Vickson (1988)[28] نموذجا للبرمجة اللاخطـية Non-linear Programming، حـاولا فيه تعظيم الربح الكلي بإيجاد سلسلة الإبحار الخاصـة بكـل سـفينة، وذلـك فـي سبيل إيجاد المسار الأمثل لسفينة حاويات ذات التأجير بمشـارطه زمنية Time Charter. إلا أن النموذج يعد محدود الفائدة عملياً لكونه مبنياً لحالة سفينة واحدة و فقط باتخاذ قرار تأجير بالمشارطه الزمنية.

هـذا وتقترح دراسة "عبد المنعم" Abdul Moneim (1989)[29] صياغة تحليلية لمشكلة الأمثلية، وذلك لاختيار الإستراتيجية المثلى Optimum Strategy لملئ فجوة الطاقة الاستيعابية للـنقل البحري. و قد شكلت الدراسة نموذجها الرياضي بحيث يحتوي على جميع المتغيرات ذات العلاقة بالمشكلة، لتعتمد على معيار الأمثلية المتمثل في تحقيق أدنى تكلفة لتطبيق واحدة أو مزيج من إستراتيجيات النقل البحري خلال فترة زمنية معينة. و تم حل المشكلة باستخدام الطريقة المبسطة للبرمجة الخطية.

وفـي تقريـر أصـدره مركز البحوث والاستشارات لقطاع النقل البحري بالأكاديمية العربـية للنقل البحري[30]، عرض موجز لأبحاث عديدة للدارسين في دبلوم بحوث العمليات وتحليل النظم. قدم التقرير العديد من الدراسات ذات العلاقة بأمثلية تشغيل السفن والتخصيص الأمـثل، كان منها الدراسة المقدمة من الباحث "عبد المولى عبد العزيز عبد الونيس" بعنوان "الـتوزيع الأمثل للسفن على الأرصفة المختلفة". تهدف هذه الدراسة إلى تقليل زمن التراكي الكلي للسفن على الأرصفة، وحل المشكلة باستخدام البرمجة الخطية. و دراسة أخرى بعنوان " التخصيص الأمثل للأرصفة والساحات و المخازن، وعلاقتها بحركة السفن لـ "السيد محمد السـمان" الهـدف مـنها تقلـيل زمن التفريغ و التخزين، و الذي يساعد على سرعة إخلاء الأرصـفة و الإسراع بعمليات التراكي مما يقلل من أزمنة الانتظار خارج و داخل الميناء، و الذي بدوره يؤدي إلى كفاءة أعلى و أداء أمثل.

ويقـدم الباحث "سامي عبد الحميد أحمد جلال"، كما ورد في التقرير نفسه دراسته عن الأسـلوب الأمـثل لـتوزيع سفن البضائع بالشركة المصرية للملاحة البحرية على الخطوط الملاحـية المخـتلفة، بحيث يحقق التوزيع الوفاء بالحمولات المطلوب نقلها بأقل تكلفة تشغيل ممكنة و أعلى كفاءة تشغيلية. وكان ذلك باستخدام الباحث لأسلوب البرمجة متعددة الأهداف Goal Programming لحل المشكلة.

يعتـــبر نمـــوذج "بيراكس" و "جراميللو" Perakis & Jaramillo (1991)[31] – مقارنة بـــنموذج "رنـــا" و"فيكســـون" السابق ذكره – أكثر سهولة في التطبيق وأكثر واقعية. وضع الكاتـــبان في دراستهما عن أمثلية تشغيل الأسطول والمكونة من جزئين نموذج برمجة خطية لإســـتراتيجية المســـارات يهـــدف إلـــى تقليل التكلفة الكلية لتشغيل الأسطول. كما افترضت الدراســـة عـــدة مســـارات محـــددة مسبقاً، وأنشأت نموذج لتحديد كل سفينة على مزيج من المسارات المحددة. استخدمت الدراسة لحل مشكلة التشغيل الأمثل للأسطول المتاح والمتعدد الأغـــراض خـــلال مســـارات محـــددة نمـــوذج دقيق وعملي لحساب تكاليف التشغيل لجميع المســـارات، وبصياغة ملائمة من البرمجة الخطية. كما اعتمدت على برنامج الحاسب الآلي المعروف بـــ "ليندو" Linear Interactive Discrete Optimizer (LINDO) ، كما في دراستنا هذه لحل مشكلة الأمثلية.

و لبيراكس أيضاً دراسة مع "بريمر" Bremer (1992)[32] تصف مشكلة جدولة تشغيل الـــناقلات بالتفصـــيل. الدراسة طبقت على شركة "تشيفرون" الملاحية Cheveron Shipping Company – إحـــدى شركات النقل البحري التابعة لشركات "تشيفرسون" والتي تعد من أكبر شركات البترول في العالم. تهدف الدراسة إلى تدنية تكاليف النقل البحري للبترول الخام وفقاً للمـــتاح من السفن ومتطلبات حركة البضائع. وضعت الدراسة في سبيل ذلك صياغة برمجة صـــحيحة Integer Programming تحقـــيقاً لأمثلـــية الجدولـــة. و في الجزء الثاني من نفس الدراســـة[33]، أكمـــل المؤلفيـــن العمل المقام في الجزء الأول، بوضعهما نظام لتنفيذ الجدولة عملياً، باستخدام برامج الحاسب الآلي والتوصل إلى حل مشكلة جدولة تشغيل الناقلات.

وتقـــدم دراســـة "النشوقاتي" Elnoshokaty (1995)[34] أنظمة الأمثلية الملاحية (SOS) Shipping Optimization System، وهـــي عـــبارة عـــن أنظمة لمساندة القرارات تعتمد على الحاســـب الآلـــي، والتي تزود مشغلي السفن بجدولة مجموعة من شحنات البضاعة. و تبين الدراسة أن النظام يقيم قاعدة للبيانات وباستخدام طرق إحصائية وبحوث العمليات فهو يعطي بـــيانات ومعلومـــات مســـاندة للقـــرار والأنشطة، وذلك باستخدام نماذج كسرية Fractional Programming Models لإعطـــاء التركيبة أو التوليفة المثلى والممثلة لأفضل حمولة نقل على كل سفينة، أفضل موانئ لكل سفينة، أفضل المسارات التي تتبعها كل سفينة، وكل ما من شأنه تحقيق أمثل ربح كلي /يوم للسفينة.

و تعـــد هـــذه الدراسة مماثلة و متممة لدراسة سابقة لنفس المؤلف[35]، قدمت ما يعرف بنظام SOS-Voyager، و هو نظام للأمثلية يعني باختيار أفضل مسار لرحلة السفينة الواحدة،

و أفضل الموانئ التي تمر بها، و أفضل الشحنات. هذا في حين تعني الدراسة التالية بنظام SOS- Scheduler لجدولـــة حـــركة عدة سفن و ليس سفينة واحدة على عدد من المسارات و العديد من الموانئ.

ومـــن الدراســـات التي تناولت الإستراتيجيات المثلى لجدولة الأسطول الخطي دراسة "تشـــو" و"بـــيراكس" Cho & Perakis (1996) [36]، والتـــي هدفـــت إلى إيجاد نماذج سهلة الاســـــتخدام فـــي الحـــياة الواقعية تتضمن تنبؤات مســـتقبلية لطلب البضائع. كما ابتكرت الدراســـة فكرة مصفوفة تأثير المسار المتدفق Flow-route Incidence matrix، و استخدمتها فـــي النموذج. وضعت الدراسة نموذجين لحل المشكلة الخاصة بمسارات حاويات الأسطول الخطـــي، اســـتخدم أحدهمـــا الـــبرمجة الخطية لتعظيم الأرباح، بينما استخدم الآخر البرمجة الصحيحة المختلطة Mixed Integer Programming لتدنية التكاليف.

أما عن دراسة "بويل" و"بيراكس" Powel & Perakis (1997)[37] فقد قام الباحثان فيها بتحســـين ذلـــك العمل الذي قدمه الأخير مع "جراميللو" والمشار إليه مسبقاً. و قد استخدمت الدراســـة فـــي سبيل ذلك نموذج للبرمجة الصحيحة لتقليل تكاليف التشغيل والتوقف لأسطول الســـفن الخطـــية لشـــركة ملاحية تعمل على عدة خطوط، و بالتالي تحقق أمثلية تشغيل سفن الأســـطول. هذا و قد كانت دراسة "باوستش" Bausch (1998) [38] من آخر الدراسات التي تناولـــت موضـــوع جدولة مسارات النقل البحري، حيث تصف نظاماً مسانداً للقرار، و الذي يمكن استخدامه يومياً لتحقيق أمثلية نقل البضائع بحراً. و يعتبر النظام قابلاً للتطبيق من قبل الشـــركات الـــبحرية باستخدام الحاسب الآلي الشخصي. و قد استخدمت الدراســـة في سبيل ذلك نموذج برمجة رياضية ليعطي أقل تكلفة تشغيل.

و مـــن مـــنطلق استهداف هذه الدراسة لوضع نماذج للبرمجة الخطية و الكفيلة بتحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي، كان لابد من استعراض تلك الدراسات التي تناولت بالتحلـــيل واقـــع الأســـطول السعودي للنقل البحري. و يمكن القول هنا بأن المحاولات التي أجريـــت لتعييـــن أهمـــية الصـــناعات البحرية، و تقييم وضعها في المملكة و مساهمتها في الاحتـــياجات القومية هي محاولات قليلة جداً. و لم يحظ هذا القطاع الهام والحيوي بالأهمية والرعاية التي يستحقها من قبل الباحثين.

كانـــت دراسة "جليك" Glick (1998) [39] من الدراسات التي تناولت التجارة السعودية والنقل البحري بالتحليل، لتناقش التطور الذي واكب النقل البحري السعودي من وجهتي النظر القانونـــية والاقتصـــادية، هذا بالإضافة إلى تشغيل سفن الأسطول السعودي. كما استعرضت

الدراسة كبرى شركات الملاحة السعودية والأنشطة المختلفة التي تمارسها، مع التركيز على ناقلات البترول والشركات العاملة بها.

ومــن الدراســات الرائدة و التي تضيف جديداً لأبحاث صناعة النقل البحري وتتناول دراســة الأسطول الســعودي والصناعة البحرية في المملكة، كانت دراســة "عزي" Azzee (1981)[40]. فقــد تناولــت الدراســة بالبحث والتحليل الملاحة والتنمية في المملكة العربية الســعودية، حيث استعرضت واقع الاقتصاد السعودي، متعرضة للخطط الخمسية للتنمية في المملكــة، والتخطيط الاقتصادي، والسياسات المتبعة لمساندة الاقتصاد القومي، مع بيان أهمية صناعة النقل البحري بالنسبة لهذا الاقتصاد. فالباحث يرى بأن صناعة النقل البحري ليست فقــط مطلوبة لنقل الواردات والصادرات من البضائع والشحنات المختلفة، إنما هي و قبل كل شــيء أداة فعالــة لــنقل التكنولوجيا الحديثة لمختلف القطاعات الاقتصادية. تعرض نموذج الدراســة بالتفصــيل للأســطول النموذجي و المفترض أن يكون في المملكة لخدمة التجارة الخارجــية، والكفــيل بــنقل التكنولوجــيا الحديثة إليها. و تركز الدراسة بشكل واضح على الاحتــياجات مــن المــوارد البشرية كمشكلة أساسية تواجه الاقتصاد السعودي، وعلاقة هذه المشــكلة بصــناعة الــنقل الــبحري. و من هذا المنطلق تبين الدراسة مدى أهمية التدريب والتعليم البحري في دعم وتنمية الصناعة البحرية.

و للباحــث نفســه دراسة أخرى (1984)[41] تبحث عن حل عملي لمشكلة ذات أهمية كبــيرة فــي الدول النامية والمتمثلة في كيفية نقل التكنولوجيا بشكل حاسم وسريع إلى أي بلد نــامٍ، وليكــن المملكة العربية السعودية كما افترضت الدراسة. وضع الباحث في سبيل ذلك مخطــط عــام لمــراحل النمو التقني وإنشاء صناعة النقل البحري السعودي الشاملة، مبتدئة بمــرحلة الإدارة والتشــغيل والمتمــثلة في إنشــاء أسطول سعودي، وكذلك إنشــاء أكاديمية بحــرية Maritime Academy مختصــة بتدريب و سعودة الأسطول الوطني. و تنتهي الخطة خــلال عقديــن من الزمن بالمرحلة الخامسة التي تتحقق فيها القدرة السعودية على الانطلاق والعمل.

و يجــدر بــنا أن نشير هنا إلى أن تزايد عدد البحوث في مجال النقل البحري بالمملكة كان من خلال ندوة "من أجل اســتخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي" [42]. فقد كانــت هــذه الندوة مدعاة لتوجيه اهتمام الباحثين من الاقتصاديين والبحريين نحو قطاع النقل الــبحري كقطــاع رائد في الاقتصاد القومي، ولزيادة الوعي بأهمية هذا القطاع، و ضرورة إعطائه مزيداً من الاهتمام.

كانــت هــناك العديد من الدراسات المقدمة قي تلك الندوة، و التي تتناول في معظمها أهمــية صــناعة الــنقل البحري للاقتصاد السعودي، و واقع الأسطول وكيفية تشغيله ليخدم وبكفــاءة التجارة الخارجية للمملكة. نذكر فيما يلي أهم تلك الدراسات والتي نجد أنها أضافت ما هو جديد بالنسبة لموضوع النقل البحري السعودي. من تلك الدراسات نذكر دراسة "أحمد ســعيد بابقــي" و"محمد محمود عبد المجيد"[43]، و التي ألقت الضوء على المقومات الرئيسية لصــناعة الــنقل البحري السعودي، و تولت فحص المعلومات المتوفرة عن النقل البحري في المملكــة، هــذا مــع انتقاء بعض الحقائق والربط بينها بطريقة تؤدي إلى الوصول إلى نتائج منطقــية. و قــد استعرضــت الدراسة التجارة الخارجية للمملكة والمنقولة بحراً، لتبين دور الأســطول الــبحري الوطنــي ومساهمته في خدمة تلك التجارة. كما أوضحت الدراسة أهم العوامل التي تحد من كفاءة الأسطول السعودي، و تعمل على تقليص مساهمته ومشاركته في نقل التجارة الخارجية.

نجــد أيضــاً دراسة "محمد هاني بكري"[44] من الدراسات البناءة في الندوة ذاتها. فقد تناولــت هــذه الدراســة أسباب تقلص عدد السفن السعودية، مع بيان الوسائل المعالجة لتلك الأســباب. كمــا أظهــرت كيفية رفع مستوى كفاءة القوى الإدارية والفنية السعودية، لتذليل الصعوبات التي تواجه تشغيل سفن الأسطول وتعيق من تحقيقه لأهدافه الأساسية.

أما البحث المقدم من "محمد طارق عراقي"[45]، فيهدف إلى وضع صورة مبسطة للنقل البحري وتطوره، فضلاً عن بيان حركة الواردات والصادرات والتجارة البحرية للمملكة. و تقــوم الدراســة بتوضيح أهم المعوقات التي تقابل ملاك البواخر والشركات الملاحية، و التي تحــد بدورهــا من تنمية النقل البحري في المملكة و تطوره، و من ثم الأسباب التي أدت إلى انخفــاض عــدد الســفن التــي تــرفع العلم السعودي. كما حاول الباحث التعرف على أهم المقومات اللازمة لنجاح قطاع النقل البحري، و كيفية تطويره بمحاولة إيجاد الحلول المناسبة للمعوقات أو العوامل التي تعترض تنمية الأسطول التجاري الوطني.

أمــا الدراســة التــي تقــترب أكثر من موضوع هذه الدراسة هي دراسة "محمد نعيم رضــوي"[46]، لكونها تعني بأهمية استخدام الأسلوب الرياضي في حل مشاكل النقل البحري. فالدراســة تناقش وباختصار أهمية قطاع النقل البحري في المملكة العربية السعودية، وجهود الدولــة في تطوير ودعم هذا القطاع بأفضل التجهيزات. وهدفت الدراسة أساساً إلى إظهار أهمــية النماذج الرياضية باستخدام الحاسب الآلي في تحقيق الاستخدام الأمثل لتجهيزات النقل البحري. و تؤكد الدراسة على أهمية النماذج الرياضية كأحد الوسائل الممكن تسخيرها لرفع

كفـــاءة تشـــغيل تجهـــيزات الـــنقل الـــبحري السعودي. و تدعو الدراسة وتشجع الباحثين المختصـــين في مجال النماذج الرياضية على إجراء بحوث اقتصادية رياضية في مجال النقل البحري، و ذلك لإضفاء مزيد من الإيجابية و الفعالية لدراساتهم. غير أن الدراسة لم تقدم أي من النماذج الممكن تطبيقها على القطاع البحري.

قام "محمد بن مسلم الردادي " (1994)[47] بإعداد دراسته في تجارة الخدمات الصناعية والاســـتثمارات الـــبحرية، و التـــي تهـــدف إلى بيان خواص تجارة الخدمات و مدى أهميتها لأقطـــار مجلـــس الـــتعاون الخليجـــي عامة، و المملكة العربية خاصة ، و ذلك من منظور العلاقـــات الدولـــية التجارية. و تتعرض الدراسة إلى قطاع النقل البحري وتطوير خدمات الشـــحن، إضافة إلى تقنيات الاستخدام الأمثل في صناعة النقل البحري. كما توضح وتحلل أثر النقل البحري العالمي على استثمارات النقل البحري للأقطار العربية.

و فـــي تقريـــر أعـــده "سافسر" Savsar و آخرون (1995) عن دراسة و تطوير النقل الـــبحري السعودي[48]، تم تطوير نماذج تراجع تربط بين الطاقة الاستيعابية لأسطول الشحن الســـعودي و حجـــم الحمـــولات التجارية المنقولة بحراً. كما تم في الدراسة تحديداً لإنتاجية الأســـطول الســـعودي بـــناءاً على الأوزان القائمة بالأطنان و الأميال البحرية المقطوعة، مع مقارنـــتها بإنتاجـــية الأســـطول الـــبحري العالمـــي. استخدمت الدراسة نماذج التنبؤ لتقدير الصادرات و الواردات البحرية السعودية حتى عام 2000. و قد قامت الدراسة بتقديم دراسة حـــالات و نماذج كمية لتحسين إنتاجية الأسطول السعودي، مبينة الأطر الإنشائية الضرورية لقـــاعدة معلومـــات خاصة بالصناعة البحرية و نماذج تمثيل خاصة بتحليل استثمارات النقل الـــبحري فـــي ظل المخاطر. هذا فضلاً عن تطوير الدراسة لنماذج رياضية و خوارزميات لجدولة ناقلات الزيت الخام.

و أخـــيراً كانـــت دراسة أخرى لـــ" سافسر " Savsar (1998)[49] تناقش موضوعات مختلفة و مشكلات تتعلق بالنقل البحري السعودي. فالدراسة تحلل ماضي وحاضر و مستقبل صـــناعة الـــنقل الـــبحري الســـعودي، حيث تبين العلاقات بين طاقة الملاحة السعودية وبين المقاييس الاقتصادية الأخرى. كما أوجدت نماذج نظرية لتجديد الطاقة الملاحية لنقل البضائع و التجارة القومية، فضلاً عن وضعها لتنبؤات مستقبلية لمتطلبات الملاحة في المملكة.

وكما يلاحظ أن الدراسات المحدودة التي تناولت المشاكل التشغيلية للأسطول السعودي هـــي دراسات نظرية، بل يمكن القول بأنه لا توجد حتى الآن دراســـات كمية رياضية كانت أم قياســـية فـــي هذا المجال، فيما عدا التقرير الذي قام بإعداده "سافسر" -المشار إليه سابقا-

إضــافة إلــى دراســة قياســية للباحــثة تتناول محددات الطلب على الواردات المنقولــة بحـــرا فــي المملكــة العربـية السعودية (1992)[50]. حاولت هذه الدراسة تحديد أهم العوامــل المؤثرة في الطلب على النقل البحري السعودي، و قياس طبيعة مرونة ذلك الطلب بوضــع نمــوذج قياســي وحله باستخدام برنامج للحاسب الآلي للتوصل إلى مرونة الطلب، وبالتالــي إظهــار مــدى أهمية النقل البحري في المملكة، و الضرورة الملحة لدعم و تطوير الأسطول الوطني لتحقيق مساهمة أكبر في خدمة التجارة الخارجية للمملكة.

و مــن هنا تبرز أهمية هذه الدراسة في كونها تعني بتحليل واقع الأسطول السعودي، و المشاكل التشغيلية التي تواجه الشركات المالكة و المشغلة لسفن الأسطول السعودي، بالتركيز علــى ثلاث من النماذج الاقتصادية الرياضية المختلفة، تتمثل في نموذج للحجم الأمثل للسفينة لكــل خط ملاحي، و آخر للتخصيص الأمثل للسفن المتاحة على المسارات المختلفة، و الثالث يخــتص بتحديد خطة الحركة المثلى للسفن. و تقوم الدراسة بوضع أمثلة واقعية و بطريقة مبســطة بحــث يمكن تطبيق تلك النماذج في أي شــركة ملاحية سعودية، و التي يمكن من خلال استخدامها تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها البحري.

سادساً – منهج البحث

لما كان منهج البحث إنما هو الطريقة العلمية المستخدمة والمناسبة للإجابة على الأسئلة المطروحة للبحث، فإن المنهج المناسب لهذه الدراسة هو منهج البحث الاقتصادي الرياضي المثالي Optimal Mathematical Economic Research Method الذي يستخدم الصياغة الرياضية للوصول إلى الحلول المثلى (نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي). و سوف يتكون منهج البحث من الثلاث مراحل التالية:–

<u>المرحلة الأولى :–</u> بناء نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن النقل البحري السعودي على الخطوط الملاحية المختلفة، و بحيث تشتمل هذه النماذج (نماذج البرمجة الخطية) على ما يلي:–

1 – دالة هدف Objective Function قد تكون واحدة من الآتي:–

- تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أقصى ربح ممكن.
- تشغيل سفن النقل البحري السعودي بأقل مجموع من تكلفة التشغيل.
- تشغيل سفن النقل البحري بأقل تكلفة لنقل الطن الواحد من البضاعة.
- تشغيل سفن النقل البحري بأكبر إجمالي إيرادات ممكنة.
- تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر عدد من الرحلات.
- تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية.
- تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر قدر من الحمولات على الخطوط الملاحية.
- تشغيل سفن النقل البحري السعودي بأقل زمن للتعطلات و التوقف.
- تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر قيمة مضافة.

2 – قيود المشكلة Problem Constraints و تتمثل في:–

- قيود خاصة بفترات تشغيل السفن على الخطوط الملاحية المختلفة.
- الحمولات المتاحة على الخطوط الملاحية المختلفة (صادرات و واردات).
- القيود اللاسالبة Non-negativity Constraints.

وسـيتم بـناء هذه النماذج بحيث تخدم جميع الشركات المشغلة لسفنها على الخطوط الملاحـية المنتظمة سواء تلك المحققة للأرباح (لتعظيم أرباحها)، أو تلك المحققة لخسائر (لتدنية خسارتها) في سبيل تحقيق أمثلية تشغيل سفن أسطولها.

<u>المرحلة الثانية :-</u> جمع البيانـات الخاصة بالنماذج والمتمثلة فيما يلي:-

- بيانات خاصة بنوعيات السفن و أحجامها و حمولتها.
- الخطوط الملاحية التي تعمل عليها السفن موضحا الموانئ على كل خط ملاحي.
- الحمولات المتاحة على كل خط ملاحي (صادرات و واردات).
- تكلفة تشغيل رحلة السفينة على كل خط ملاحي.
- سعر نولون النقل.
- الإيرادات (النولون) التي تحققها السفينة عن كل رحلة.
- صافي الربح لرحلة السفينة على كل خط ملاحي.
- الحمولة المنقولة لكل سفينة وفي كل رحلة و على كل خط ملاحي.
- زمن رحلة كل سفينة على كل خط ملاحي.
- فترة التشغيل الكلية لكل نوع من أنواع السفن.
- الموانئ المتاحة على كل خط ملاحي.
- الحمولات المتاحة المنقولة والمفرغة بين كل مينائين.
- زمن رحلة السفينة بين كل مينائين.
- إيرادات السفينة بين كل مينائين.
- تكرارية خدمة السفن على كل مسار من المسارات.
- عدد أيام التوقف المخطط لها لكل سفينة.
- تكلفة التوقف اليومية لكل سفينة.

<u>المرحلة الثالثة :-</u> حل النماذج المختلفة على الحاسب الآلي باستخدام البرنامج "ليندو" The Linear, Integer and Discrete Optimizer (LINDO) ، و هو أحد البرامج الجاهزة المعروفة و المتخصصة في حل مشكلات البرمجة الخطية[51].

<u>المـرحلة الرابعة:-</u> تفسير النتائج وتكوين خطة التشغيل المثلى لسفن النقل البحري السعودي على الخطوط الملاحية المختلفة.

حواشي الفصل الأول

(1) - **Gass,S.I.:** Linear Programming - methods & applications, 4th Ed., McGraw-Hill, New York, 1975.

(2) - **Baumol,William J.:** Economic Theory and Operations Analysis, Prentice Hall, N.J., 1977.

(3) - **Khoury,Sarkis J. and Parsnons,Torrence:** Mathematical Methods in Finance and Economics, North Holland, New York, 1981.

(4) - **العيســوي، إبراهــيم :** مبادئ التحليل الاقتصادي الرياضي، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة، 1982.

(5) - **Archidald,G.C. and Lipsey,G.:** An Introduction to A Mathematical Treatment of Economics, 3rd Ed., Weidenfeld and Nicolson, London, 1985.

(6) - **الليثــي، محمد علي و سيفين، لطفي لويز :** أصول الاقتصاد الرياضي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1997.

(7) - **هــدي، محمد سليمان :** اقتصاديات النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.

(8) - **Jansson,J.O. and Shneerson,D.:** Liner Shipping Economics, Chapman & Hall, London, 1987.

(9) - **Jansson,J.O. and Shneerson,D.:** "The optimal ship_size", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 16, No. 3, 1982, 217-238.

(10) - **Garrod,Peter and Milklius,Walter:** "The optimal ship size - A comment", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 19, No. 1, 1985, 83-90.

(11) - **Goss,R.O. and Jones,C.D.:** " The economies of size in dry bulk carriers", In: R.O. Goss (ed.) Advances in Maritime Economics, Cambridge University Press, Cambridge, 1977, 90-137.

(12) - **Talley,W.K.:** "Optimal containership size", Maritime Policy & Management, Vol. 17, No. 3, 1990, 165-175.

(13) - **Veldman,Simme:** " The optimum size of ship and the impact of user costs – An application to container shipping", In: K.M. Gwilliam (ed.) Current Issues in Maritime Economics, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, 112-144.

(14) - **Lim,Seok-Min:** "Economies of container ship size – a new evaluation", Maritime Policy & Management, Vol. 21, No. 2, 1994, 149-160.

(15) - مصـــطفى، إبراهـــيم خليل إبراهيم : العوامل التي تؤثر علي اقتصاديات تشغيل السفن وأثر ذلك علي حجم الفائض في الشركات، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1986.

(16) - **Branch,Allen E.:** Economics of Shipping -Practice and Management, Chapman & Hall, London, 1988.

(17) - **Evans,J.L. and Marlow P.P.:** Quantitative Methods In Maritime Economics, 2nd Ed., Fairplay Publications, Surry, 1990.

(18) - **Everet,J.L.;Hax,A.C.;Lewinson,V.A. and Nudds,D.:** "Optimization of a fleet of large tankers and bulkers – A linear programming approach", Marine Technology, October, 1972,430-438.

(19) - **Boffey,T.B.; Edmond,E.D.; Hinxman,A.I. and Pursglove,C.J.:** "Two approach to schedualing containership with application to North Atlantic route", Operations Research Quarterly, vol.30, No.5, 1979, 413-425.

(20) - مســـار تجـــاري رئيسي يغطي التجارة بين شمال غرب أوروبا ، الساحل الشرقي لكندا والولايات المتحدة .

(21) - **Benford,H.:** "A simple approach to fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 8, No. 4, 1981, 223-228.

(22) - **Stott,K.L.J and Douglas,B.W.:** "A model-based decision support system for planning and scheduling ocean borne transportation", Interfaces, Vol.11, No.4, 1981,1-10.

(23) - **Alexis,G.A.:** A Survey of Routind and Scheduling Model in Ocean Transportation, (Master Thesis), Massachusette Institute of Technology, 1982.

(24) - هـــدي،محمـــد ســـليمان : بحـــوث العملـــيات وتطبيقاتها في قطاع النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.

(25) - **Perakis,A.S.:** "A second look at Fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 12, No. 3, 1985, 209-214.

(26) - **Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.:** "Fleet deployment optimization models", Part (1), Maritime Policy & Management, Vol. 14, No. 2, 1987, 127-144.

(27) - **Perakis,A.N. and A.N. Papadakis:** "Fleet deployment optimization models", Part (2), Op.Cit, 145-155.

(28) - **Rana,K. and Vickson,R.G.:** "A Model solution algorithm for optimal routing of a time –charted container ship", Transport Science, No.22, 1988, pp. 83-95.

(29) - **Abdul Moneim,Farouk:** "Cost effectiveness of the different ship acquistion methods in developing countries", First International Conference On Maritime Transport In Developing Countries– Problem Encountered, Alexandria, 1989.

(30) - " عــرض موجــز لأبحاث الدارسين في دبلوم بحوث العمليات وتحليل النظم رقم (1) للعامليــن بقطــاع النقل البحري "، مركز البحوث والاستشارات لقطاع النقل البحري ، الأكاديمية العربية للنقل البحري ، 1989.

(31) - **Perakis,A.N. and Jaramillo,D.I.:** "Fleet deployment optimization for liner shipping", Part (1), Maritime Policy & Management, Vol. 18, No. 3, 1991, 183-200.

- **Jaramillo,D.I. and Perakis,A.N.:** "Fleet deployment optimization for liner shipping", Part (2), Op. cit., 235 -262.

(32) - **Perakis,A.N. and Bremer,W.M.:** "An operational tanker scheduling optimization system-Background, Current practice and Model formulation", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No. 3, 1992, 177-187.

(33) - **Bremer,W.M. and Perakis,A.N.:** "An operational tanker scheduling optimization system-Model implementation, results and possible extensions", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No. 3, 1992, 187-199.

(34) - **El Noshokaty,Said M.:** "Shipping Optimization System (SOS)- 2.SOS-Scheduler", The 4th Maritime International Conference On Modern Changes In Shipping Industry And Their Impact On Developing Countries, Alexandria, 1995.

(35) - **El Noshokaty,Said M.:** "Shipping Optimization System (SOS)- 1. SOS-Voyager", The 2nd International Conference On Maritime Transport In Developing Countries, Alexandria, 1991.

(36) - **Cho,S.C. and Perakis,S.C.:** "Optimal liner fleet routing strategies", Maritime Policy & Management, Vol. 23, No. 3, 1996, 249-258.

(37) - **Powell B.J. and Perakis,A.N.:** " Fleet deployment optimization for liner shipping- an Integer Programming Model", Maritime Policy & Management, Vol. 24, No. 2, 1997, 183-192.

(38) - **Bausch,D.O.;Brown,G.G. and Ronen,D.:** "Scheduling short-term marine transport of bulk products", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 4, 1998, 335-348.

(39) - **Glik,Leslie A.:** Trading With Saudi Arabia, Roman & Little field, Maryland, 1980.

(40) - **Azzee,Baha Bin Hussen:** Shipping and Development In Saudi Arabia, Jeddah, Thihama, 1981.

(41) - **عــزي، بهــاء بــن حســين:** " التكنولوجيا والوسائل الكفيلة بنقلها إلى المملكة العربية السعودية"، مجلة الأكاديمية العربية للنقل البحري، مجلد 9، عدد 8، 22،1984-33.

(42) - نــدوة للنقل البحري نظمتها وزارة المواصلات بالتعاون مع الغرفة التجارية الصناعية بجدة عام 1989.

(43) - **بابقــي، أحمــد سعيد، و عبد المجيد، محمد محمود:** " نحو دور أكبر لأسطول النقل البحري السعودي في خدمة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية "، ندوة : من أجـل اســتخدام أمــثل لطاقات الأسطول البحري التجاري السعودي، جدة ،20 –22 مارس ، 1990، 29–108.

(44) - **بكــري، محمد هاني عبد القادر:** " المعوقات التي تحد من كفاءة الأسطول السعودي و أساليب معالجتها"، الندوة السابقة، 409–421.

(45) - **عراقــي، محمد طارق :** "تنمية النقل البحري لخدمة الاقتصاد الوطني"، الندوة السابقة، 481–543 .

(46) - **رضــوي، محمد نعيم :** " الاستخدام الأمثل لتجهيزات النقل البحري عن طريق النماذج الرياضية باستخدام الحاسوب "، الندوة السابقة، 317–328.

(47) - **الــرادادي، محمــد بن مسلم :** تجارة الخدمات الصناعية والاستثمارات البحرية لأقطار مجلس التعاون الخليجي ، دار المجتمع للنشر والتوزيع، جدة، 1994.

(48) - **Savsar,Mehmet; Bolat,Ahmed and khan,Rashidur Rotab:** "Study And Development Of Maritime Transportation In The Kingdom Of Saudi Arabia", A project sponsored by King Abdul Aziz City For Science And Technology, Riyadh, 1995.

(49) - Savsar,Mehmet: "Analysis Of Saudi Arabian Maritime Transportation Industry", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 2, 1998, 185-200.

(50) - **بخــاري،عــبله عبدالحميد:** محددات الطلب على الواردات المنقولة بحرا إلى المملكة العربية الســعودية،(رسالة ماجستير)، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، 1992.

(51) - توجــد العديد من البرامج الجاهزة التي يمكن استخدامها لحل مشكلات البرمجة الخطية محــل الدراســة، مــنها: Microsolve ، Linear and Mathematical Programming System(LAMPS) ، The Management Scientists (MS) ، Solver و غيرها. هذه الــبرامج و إن اختلفــت من حيث الشكل و طريقة التطبيق إلا أنها في النهاية تعطي نفــس المعلومــات المطلوبــة كدالة الهدف و متغيرات القرار و المتغيرات الراكدة و الفائضة و تحليل الحساسية.

الفصل الثاني

الإقتصاد المثالي
و معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية

الفصل الثاني
"الاقتصاد المثالي و معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية"

أولاً – الاقتصـــاد المثالـــي

تـــزايدت أهمـــية نظـــرية الأمثلية في حل الكثير من المشكلات المعقدة التي تظهر في الاقتصــــاد، بحـــوث العملـــيات والهندسة وغيرها من العلوم. و قد استخدم مفهوم الاقتصاد المثالـــي بشـــكل متعارض وتبادلي مع مفهوم اقتصاديات الرفاهية Welfare Economics. و رغـــم أن هـــذا الأخـــير أكـــثر شـــيوعاً، و الأول أقل التباساً وغموضاً، غير أن "أرشيبالد" Archibald يـــرى بأن اقتصاديات الرفاهية هي فرعاً من فروع الاقتصاد المثالي[1]. و عليه فالاقتصــــاد المثالـــي يمكـــن أن يعني أكثر من مجرد البحث عن أفضل وضع اقتصادي، أو البحـــث عـــن المثالـــي فـــي علاقات الظواهر المختلفة إنما أيضاً تحقيق الأهداف الاجتماعية المرغوبة إلى جانب الأهداف الاقتصادية للمجتمع.

إن كلمـــة أمثل Optimum هي "اصطلاح اقتصادي يدل على أقصى درجة من النمو أو النشاط أو الفاعلية يمكن الوصول إليها في ظل ظروف ضمنية معينة "[2]. أما الوضع الأمثل فهو "اصطلاح اقتصادي يدل – حسب تعريف "باريتو"– على أقصى قدر من الرفاهية العامة، أي أنـــه الوضـــع الـــذي لا يمكن التحرك منه إلى وضع آخر، يصبح فيه كل فرد في النظام الاقتصــــادي أحسن حالا من ذي قبل"[3]، حيث يرى "باريتو" أن الوضع الأمثل إنما يقصد به ذلك الوضع الذي يستحيل معه وضع أي فرد على منحنى سواء Indifference Curve[4] أعلى دون أن يترتـــب علـــى ذلك وضع أي شخص آخر على منحنى سواء أدنى، وأن هناك عدد لانهائـــي مـــن الأوضـــاع المـــثلى من بينها وضع أمثل هو بالضرورة أفضل من أي وضع ســـواه.

عـــندما يبحث الاقتصادي عن الإجابة المثلى وتحقيق الرفاهية الاقتصادية، فإن الإجابة عـــادة تدخـــل تحت ما يعرف بالاقتصاد المثالي أو المعياري. فمنهجية الاقتصاد تنقسم إلى: اقتصــــاد إيجابي و اقتصاد مثالي. الاقتصاد الإيجابي (الواقعي) يرتبط بطبيعة الاستفسار الذي يخلو من الأحكام أو القيم الشخصية، حيث يهتم بتفسير ماهو كائن فعلاً أو سيكون. فالعبارات الإيجابـــية إنما تعني أن يتم وصف النظريات والقوانين لتفسير الظاهرة الاقتصادية الملحوظة، و تفسر علاقة السبب بالأثر بين المتغيرات الاقتصادية المختلفة.

أمـــا الاقتصــــاد المثالي أو المعياري فهو جسد من المعرفة العلمية المنظمة والمرتبطة بمعيار ما يجب أن يكون. بمعنى أن الاقتصاد المثالي يهتم بالإجابة على السؤال القائل: ماذا يجــب أن يكون ؟. و عليه فإن العبارة المعيارية تنطوي على إصدار أحكام شخصية وتقييم للأشـــياء بما هو جيد وما هو رديء. و تعد مقدرة العلم على التفرقة بين ما هو إيجابي وما هـــو معـــياري هي سر التقدم الهائل الذي شهده الإنسان في فروع البحث العلمي المختلفة في الآونـــة الأخـــيرة[5]. و يقال أن المفتاح أو المحرك الأساسي لنجاح العلم الحديث هو المقدرة على التمييز في النظر إلى ما يحدث فعلاً و بين ما نريده أن يحدث[6].

و يقـــدم مفهوم الأمثلية الاقتصادي معياراً للمفاضلة وحسم الاختيار، فكما نعلم أن علم الاقتصــــاد هـــو علم الندرة Scarcity، و نقصد بها الندرة النسبية و ليست المطلقة، و من هنا كـــان تعريف "ليونيل روبنز "Lionel Robbins لعلم الاقتصاد، و الذي يركز على مفهوم الندرة مـــن أكـــثر التعاريف تداولاً. يقول " روبنز" بأن علم الاقتصاد هو "العلم الذي يعني بدراسة النشاط الإنساني في سعيه لإشباع حاجاته الكثيرة المتزايدة بواسطة موارده المحدودة "[7].

إن الســـعي لإشــــباع الحاجات يبرز مشكلة الاختيار بين البدائل المختلفة، فطالما أنه لـــيس هـــناك ما يكفي من سلع وخدمات لتلبية ومقابلة الاحتياجات والرغبات غير المحدودة، فلابد من اتخاذ قرار حول أفضل البدائل. الأمر الذي جعل البعض يطلق على الاقتصاد اسم "علـــم الاختيار"، حيث تستلزم مشكلة الندرة العمل على تضييق الفجوة بين الحاجات والموارد عـــن طـــريق الاختـــيار، و هـــذا بدوره يتطلب تطبيقاً لعملية تخصيص الموارد. و يتضمن الاختـــيار و تخصـــيص المـــوارد لاستخدام معين الاستغناء عن توجيهه لاستخدام آخر، أي التضـــحية باســـتخدام آخـــر للموارد المتاحة. هذه التضحية تعتبر بمثابة الثمن المضحى به لتحقيق الهدف المعين، أو ما يعرف بنفقة الاختيار أو نفقة الفرصة البديلة.

يقصـــد بتخصيص الموارد توزيع الموارد ذات الندرة النسبية على استخدامات إنتاجية معينة أو على مستهلكين معينين، أو أي مجموعات أخرى معينة. أو بعبارة أخرى هو توزيع المـــوارد علـــى اســـتخداماتها الـــبديلة أو المتنافســـة. إن التخصيص الأمثل للموارد وإعادة التخصـــيص استجابة لتغيرات الاحتياجات والظروف، إنما يجعل الاقتصاد ينعم بأقصى عائد مـــن مـــوارده المـــتاحة، ويحقـــق ما يعرف بالكفاءة الاقتصادية. و الكفاءة الاقتصادية هي اســـتخدام المـــوارد الاقتصادية بالطريقة التي لا يمكن معها إعادة توزيع هذه الموارد بحيث تعطـــي منفعة أو عائد أكبر مما تعطيه حالياً، أي استخدام الموارد الاقتصادية استخداماً أمثلاً.

و نكــون في حالة تحقيقنا للكفاءة الاقتصادية قد حققنا أيضاً التخصيص الأمثل للموارد، حيث لا يمكن أن نحقق أي منفعة أو ناتج أعلى عند أي تخصيص آخر غيره.

كمــا تعني الأمثلية على المستوى الجزئي أن تهدف الوحدة الاقتصادية إلى تحقيق أمثل (أفضــل) وضع ممكن لها في ظل مجموعة معينة من الظروف. و على ذلك فالوضع الأمثل ما هو إلا وضع توازن تستقر عنده الوحدة الاقتصادية. فالأمثلية تعني تعظيم (أو تدنية) دالة معينة تعرف بـــ "دالة الهدف"، وذلك في ظل قيود معينة. فمن معايير علم الاقتصاد لاختيار مــا هــو أفضــل هدف تعظيم Maximizing شيء ما كالأرباح أو المنفعة أو الإيرادات، أو يكون هدف تدنية Minimizing شيء ما كالتكاليف أو الاستهلاك أو الزمن مثلاً.

و من وجهة النظر الاقتصادية توضع عمليات التعظيم أو التدنية ضمن تحديد الأمثلية. ويكــون التوازن المستهدف Goal Equilibrium هو الوضع الأمثل للوحدة الاقتصادية، سواء كانــت هــذه الوحدة مســتهلك يهدف إلى تحقيق أقصى منفعة ممكنة، أو منتج يسعى لتعظيم أرباحــه أو تقلــيل تكالــيفه، أو حــتى الاقتصـــاد القومي برمته في محاولته لتحقيق أهدافه الاقتصـــادية[8]. و إن كــان الــتوازن لا يتوقف دائماً على تعظيم أو تدنية دالة الهدف، فإن الأمثلــية مــا هي إلا حالة خاصة من حالات التوازن، كما أن شروط تحقيق الأمثلية هي في حقيقتها شروط تحقيق التوازن.

وعندما تتم عملية تخصيص الموارد الاقتصادية المتاحة تخصيصا أمثلاً، فان الاقتصاد ســوف يحصــل على أقصى حد من الرفاهية الاقتصادية Maximum Economic Walfare، و بالتالــي زيــادة في الرفاهيـــة العامة كما يعتقد "بيجو" Peguo [9]، و عندها يبلغ الاقتصاد حد التوازن العامGeneral Equilibrium . و يرى البعض – ومنهم"رادوميزلر"Radomysler[10] – أن اقتصـــاديات الرفاهـــية لا تنطوي على معرفة ما يجب أن يؤدى إنما على دراســـة أسباب الرفاهـــية التـــي من شأنها تحقيق أوفر قدر من السعادة للإنسان. فإذا كانت دراسة الرفاهية مقصـــورة على تحليل تلك الأسباب التي تعمل على تحقيق أقصى قدر من السعادة والرفاهية للإنسان، فهي عندئذ تعتبر دراسة إيجابية. أما إذا امتدت الدراسة لتشمل إضافة إلى ذلك رسم ووضع السياسات الكفيلة بتحقيق السعادة والرفاهية فهي عندئذ تصبح دراسة معيارية مثالية.

و بتحلــيل "باريــتو" ظهــرت فكرة الرفاهية بإطار وشكل جديد. فعلى الرغم من أن التحليل الحديث كان نتاجاً لإسهامات شارك فيها العديد من الاقتصاديين مثل "هيكس" Hicks، "كـــالدور" Kaldor، و "ليتل" Little وغيرهم، إلا أن تحليل "باريتو" في الوضع الأمثل قاد إلى التحلــيــل الحديــث لاقتصـــاديات الــرفاه أكثر من سواه. فقد فسر "باريتو" الوضع الأمثل

للرفاهـــية Optimal Welfare Position مســتعيناً بتحليل منحنيات السواء. و هو بذلك يعتبر أول مـــن أقام دعائم التحليل الحديث لاقتصاديات الرفاهية مستخدماً فكرة التفضيل الغير قابل للقياس العددي (الترتيبي) Ordinal Preference[11].

يعـد مفهـوم الأمثلـية مهـم جداً للاقتصادي في تحليلاته وتطبيقاته وتساعده في حل المشكلات الاقتصادية المختلفة،هذا فضلاً عن مساعدته في فهم سـلوك الوحدات الاقتصادية، سـواء تلـك التـي تخـص مجالات الإنتاج، أو الاستهلاك، أو النقل وخلافه، و تمكنه تلك الوحـدات أيضــاً مــن اتخاذ القرارات المثلى. و تلعب طرق الأمثلية دوراً مهماً في عملية الـنمذجة لأن النماذج هنا إنما تصاغ في سبيل تحديد تلك القيم التي تعطي قياساً أمثلاً للجودة. فمشكلة الأمثلية تبتدئ بمجموعة من المتغيرات أو المعلمات متضمنة بعض القيود التي تعرف القـيم المقبولة للمتغيرات. مثل هذه القيود تعرف بقيود المشكلة. أما المكون الآخر ومقياس الجـودة لمشكلة الأمثلية – كما ذكرنا مسبقاً– فيتمثل في دالة الهدف. و على ذلك يكون الحل الأمـثل هـو أفضـل قـيمة يجب أن تأخذها دالة الهدف اعتماداً على القيود المفروضة على المتغـيرات، أو بعـبارة أخرى مجموعة القيم المقبولة أو الجائزة للمتغيرات، و التي تفترض دالة الهدف من أجلها قيمة مثلى[12].

يوصـف الاقتصاد أحياناً كدراسة لتخصيص الموارد النادرة وتوظيفها توظيفاً أمثـلاً. فنجد "فرجسون" Ferguson يعرف علم الاقتصاد بأنه "دراسة التوظيف الأمثل للموارد المادية والبشرية بين الأهداف المتنافسة بهدف تعظيم الأهداف"[13]. و تظهر هنا مشكلة كيفية الانتفاع بـالموارد المحدودة بأفضل طريقة ممكنة أو كيفية تحقيق الأمثلية، عندها يتطلب الأمر وجود تقنـيات ملائمـة لحـل هـذه المشكلة. و المفهوم العام لهذه التقنيات هو ما يعرف بالبرمجة الرياضية، سواء كانت هذه البرامج خطية أو غيرخطية أو برامج محاكاة. والبرمجة الخطية هي أبسط تلك البرامج الرياضية[14]، والتي تنطوي تحت ما يعرف بعلم بحوث العمليات.

يمكـن أن تعـرف بحـوث العمليات على أنها الأدوات والأساليب العلمية الرياضية و الإحصـائية التـي تستخدم للمساندة في عملية اتخاذ القرارات للوصول إلى الحل الملائم بين الـبدائل المخـتلفة، حيث أن الفكرة الأساسية منها هي البحث عن حل "أمثل" أو "أفضل" بين الحلـول البديلة. و البرامج الرياضية هي إحدى أساليب بحوث العمليات، إضافة إلى أسلوب المحاكـاة و جـداول المدخلات والمخرجات ونماذج صفوف الانتظار..وغيرها. فالبرنامج الرياضـي هو مشكلة أمثلية يعطى فيها الهدف والقيود في صورة رياضية وعلاقات. و هي

كمـــا ذكرنا تكون برامج خطية أو برامج صحيحة Integer أو ديناميكية Dynamic أو غير ذلك.

فقـــد كانت مشكلة توزيع الموارد على الاستخدامات المختلفة و لا تزال واحدة من أهم المشاكل التي تواجه متخذي القرار على كافة المستويات. و قد قدم "جورج دانتزج" George Dantzig إســـهامه الكبـــير لحل هذه المشـــاكل، و الذي عرف بأسلوب البرمجة الخطية. فقد أدى استخدام البرمجة الخطية إلى حل الكثير من المشكلات المتعلقة بعملية تخصيص الموارد الاقتصادية ومكنت من الوصول إلى الحل الأمثل لكثير من المشكلات ذات البدائل.

و تعتبر البرمجة الخطية إحدى الأساليب أو البرامج الرياضية واسعة الانتشار، و التي تهتم ببناء النماذج الرياضية لحل مشكلات التعظيم أو التدنية المقيدة. يكون ذلك عندما تكون هـــناك مجموعـــة مـــن القيـــود، ودالة هدف يراد تحقيق أمثليتها. فكلمة "برمجة" إنما تعني تخطـــيط الأنشـــطة أو اســـتخدام الأساليب الرياضية للوصول إلى أفضل الحلول. أما كلمة "خطـــية" فتعني أن جميع الدوال في النموذج أو العلاقات تكون خطية. و وفقاً لذلك نقول بأن الـــبرمجة الخطـــية هـــي عـــبارة عن أداة رياضية من أكثر الأســـاليب تطبيقاً في الاقتصاد والإدارة للوصـــول إلـــى حلـــول مثلى لتلك المشكلات المتعلقة بمحدودية الموارد المتضمنة تخطـــيطاً للأنشطة Planning Activities في سبيل تحقيق نتيجة مثلى. و بذلك تعد البرمجة الخطـــية مـــن أكـــثر الطـــرق ملائمة و التي تســـاعد الاقتصاديون في حل ما يصادفهم من مشـــكلات الأمثلية [15].

ثانياً – معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية

ذكـــرنا من قبل أن من أهم المشكلات التي تواجه متخذو القرار هي تلك المتعلقة بكيفية تخصـــيص المـــوارد وتوظـــيفها توظـــيفاً أمثلاً، و كذلك هو الحال بالنسبة للمختصين بإدارة الشركات الملاحية ومتخذي القرار فيها. تواجههم هنا مشكلة اختيار المعيار Criteria المناسب والذي يمكن استخدامه في تشغيل سفن أسطول النقل البحري، هل هو معيار تعظيم الأرباح ؟ أم هـــو معيار تدنية التكاليف؟ أم غير ذلك ؟. أي يثار التساؤل دائماً حول المعيار الذي يتعين اختـــياره في سبيل تحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري. و نستعرض فيما يلي أهم المعايـــير التي يختار متخذ القرار أحدها في سبيل تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول، وهي كالتالي:-

1 – تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر ربح ممكن

إن الهـــدف الأول والأساســـي لنشاط أي منتج أو منشأة تجارية يتمثل في تحقيق أقصى قـــدر ممكن من الأرباح. فعلى الرغم من تعدد أهداف المنشأة يبقى هدف تحقيق أقصى ربح فـــي مقدمـــة تلـــك الأهداف، و ذلك بسبب ارتباطه بالعائد المباشر الذي يتوقعه ملاك المنشأة مقابل ما يستثمرونه من أموال فيها. و رغم عدم وجود حد أقصى للربح، إلا أن ذلك لا يمنع فكـــرة تعظـــيم الـــربح، أي محاولـــة تحقيق أقصى قدر ممكن من الربح Maximum Profit. فوحـــدة القرار التي تسعى إلى تعظيم أرباحها، إنما تهتم بدراسة تكاليفها ومقارنتها بالإيرادات للـــتعرف علـــى مركزها المالي Financial Position من حيث الأرباح والخسائر من ناحية، و لـــتحديد ذلك الاستخدام الأمثل لمدخلاتها و الكفيل بتحقيق مستوى معين من الإنتاج والتشغيل بأقل قدر من التكلفة من ناحية أخرى.

إن الـــربح الذي تحققه الشركة ما هو إلا الفرق بين الإيرادات الكلية Total Revenues التي تحصل عليها من تشغيل سفنها و النفقات الكلية Total Costs التي تتحملها. و عليه تكون زيـــادة الـــربح بزيادة الفرق بينهما، إما بزيادة الإيرادات أو تخفيض التكاليف. و الربح الذي نقصـــده هنا هو ذلك الناجم عن تخفيض التكاليف الحقيقية Real Costs لتشغيل سفن الأسطول الـــبحري. و يلعـــب الـــربح دوراً مهماً في النشاط الاقتصادي بصفة عامة، و ضرورياً لأي شـــركة ملاحـــية بصـــفة خاصة، تماماً كما هو مهم لأي شركة عاملة في أي نشاط تجاري. ويرجع ذلك للعديد من الأسباب منها [17]:-

أ- إن تحقـــيق فائض ربح Profit Surplus للشركة يعتبر من أبرز مؤشرات الأداء والهامة لمـــراجعة ســـلوك المنشـــأة أو الشركة، وللدلالة على كفاءة التشغيل مبينة ما إذا كان تشغيل الشركة لسفن أسطولها مجدياً اقتصادياً أم لا. و على ذلك فهو معيار يتم على أساســه تحديــد مــدى التحسن أو التدهور في الأوضاع التشغيلية للشركة الملاحية و الحكم على الكفاءة التشغيلية Operational Efficiency فيها.

ب- إن الـــربح يعتبر مورداً هاماً و رئيسياً من موارد التمويل الذاتي للشركة، حيث أن العائد أو الـــربح يمكـــن الشـــركة من تمويل عمليات التوسع في نشاط الشركة أو تطويرها. فوجـــود فـــائض ربح يعطي الشركة مركزاً مالياً أقوى، ويجعلها قادرة على استخدام مواردها الذاتية في تمويل استثماراتها وأنشطتها المختلفة.

ج- إن فـــائض الـــربح يعـــد حافزاً للتوسع في أنشطة الشركة خاصة إذا ما كانت تسعى إلى تحقيق أهداف أخرى إلى جانب هدفها الأساسي (الربحية)Profitability كهدف النمو و التوسع، أو نقل أكبر حمولة ممكنة، أو زيادة فترات التشغيل و رفع مساهمتها في نقل التجارة الخارجية، أو الدخول في أنشطة مساندة للأنشطة البحرية التي تقوم بها.

د- أن الـــربح يعتـــبر عاملاً ضرورياً في عملية التكوين الرأسمالي Capital Formation و الـــلازم لشـــراء أو بناء سفن جديدة مستقبلاً لرفع درجة مساهمة الأسطول في خدمة التجارة الخارجية للدولة، مما يؤدي إلى تحقيق مزيد من الأرباح.

و تجدر الإشارة هنا إلى نقطة مهمة يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار الشركة تعظيم الأرباح كمعيار لتشغيل سفن الأسطول، ألا وهي أن يكون الربح المتحقق حقيقياً Real Profit. بمعـــنى أنـــه يعكس الكفاءة الفعلية لتشغيل السفن، فيكون الانخفاض في تكاليف التشغيل ناتجاً عـــن استخدام الإدارة لأسس علمية وأساليب إدارية وجهود فعلية كان من شأنها رفع مستوى الأداء وليس انخفاضاً ظاهرياً في التكاليف.

قـــد يـــتحقق الـــربح أحـــياناً نتيجة التلاعب المقصود في عناصر تكاليف التشغيل مثل مخصصـــات الإهلاك وتقييم المخزون الســـلعي. أو قد يكون مقصوداً لدعم المركز المالي و رفع قيمة أسهم الشركة في سوق الأوراق المالية Stock Markets لتحقيق مكاسب رأسمالية. كمـــا يمكـــن أن يكـــون فائض الربح ناجماً عن ظهور تكتلات احتكارية Monopolistic في الســـــوق الملاحي، أو احتكار الشركة الملاحية نفسها لسفن النقل البحري، الأمر الذي يؤدي إلـــى رفـــع ســـعر الشحن و بالتالي زيادة الأرباح. و عندئذ لا يعتبر الربح معياراً و مؤشراً صادقاً لتحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري.

2 – تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة بأقل تكلفة تشغيل

تعتــبر تكالــيف التشغيل من العناصر التي يمكن لشركة الملاحة التحكم فيها بتخفيض بــنودها المخــتلفة إلى أدنى حد ممكن. و تكاليف التشغيل هي كل ما تتحمله الشركة الملاحية مــن نفقــات في سبيل تقديمها للخدمة المطلوبة. فإذا كانت الشركة تسعى إلى تحقيق التشغيل الأمــثل لســفن أسطولها و الكفيل بتحملها أقل تكاليف ممكنة، فإن ذلك يتطلب تحديد عناصر التكالــيف بوضــوح و دقة حتى يمكن الحكم على مدى كفاءة التشغيل و التحسن في مستوى الأداء.

و يفضل استخدام معيار أقل تكلفة لتشغيل سفن الأسطول البحري في حالة ما إذا كانت الشــركة لا تحقق فائضاً من الربح، إنما تعاني من خسائر سنوية عند تشغيلها لسفن أسطولها، و عجــز الإيــرادات عــن تغطية تكاليفها. يتطلب الأمر هنا العمل على تقليل تلك الخسائر المــتحققة إلــى أدنى مستوى ممكن، و يتأتى ذلك بالاعتماد على معيار أو هدف تدنية تكاليف التشغيل قدر الإمكان. و بدون شك فإنه كلما كان هناك وفر أكبر في التكاليــف خلال الفترة الزمنــية المعينة (السنة الحالية مثلا) عن الفترة (السنة) الســابقة لها، كلما دل ذلك على كفاءة أكبر في تشغيل سفن الأسطول.

و للحكــم على كفاءة التشــغيل وفقاً لمعيار أقل تكلفة، تتم المقارنة بين تكلفة التشــغيل لفترتيــن زمنيتين متتاليتين لقياس مدى الوفر المتحقق في التكاليف. كما يمكن أن تتم مقارنة التكالــيف الفعلية Actual Costs بالتكاليف المعيارية[18] Normative Costs لتشــغيل سفن الأسطول في نفس الفترة الزمنية. و لهذه المقارنة الأخيرة أفضليتها من حيث كونها تهدف و باســتمرار إلى خفض تكاليف التشغيل، و بالتالي تحقيق مزيد من التحسن في كفاءة التشغيل. و علــى ذلك فإن اختيار معيار أقل تكلفة تشغيل ممكنة لتحقيق الأمثلية في تشغيل السفن على الخطــوط المختلفة، إنما يتطلب تحديداً لتكلفة التشغيل المعيارية و مقارنتها بالتكلفة الفعلية. و كلما كانت التكلفة الفعلية أقرب إلى التكلفة المعيارية كلما دل ذلك على زيادة في الكفاءة.

و لهــذا المعــيار أهميته الاقتصادية أيضاً، حيث أنه وفقاً للتكاليف المحتملة للإنتاج أو التشــغيل تتمكــن الشركة من تحديد قدرتها التنافسية في السوق. و كلما كانت هذه التكاليف منخفضــة كلمــا دل ذلــك على كفاءة الشركة، و كلما نجحت الشركة في اختراق السوق و مواجهــة المنافســين الأجانب. فملاك السفن ذوي التكاليف الأقل هم بدون شك الملاك الأكثر كفــاءة، و الأكــثر قدرة على البقاء و الاستمرار لمدة أطول عند حدوث أي ركود في السوق الملاحــي. و اســتخدام الشركة لأدنى تكلفة تشغيل ممكنة كمعيار لتحقيق أمثلية تشغيل سفن

أسـطولها، إنما تعني انخفاض تكلفة نقل أو شحن البضائع من مواقع الإنتاج أو الاستيراد إلى مراكز التوزيع و التصدير.

و لا خـلاف حول أهمية انخفاض تكلفة النقل بالنسبة للاقتصاد القومي(19)، و لكن أهم مـا فـي الأمر هو أن انخفاض تكلفة النقل سوف تعمل على انخفاض تكلفة إنتاج البضائع أو السـلع المـنقولة و المسـتوردة، و بالتالي ستؤدي إلى انخفاض أسعارها. هذا الانخفاض في الأسـعار يـؤدي بدوره إلى انخفاض في تكاليف الإنتاج و من ثم أسعار السـلع المحلية التي تدخل المنتجات أو البضائع المستوردة في إنتاجها.

3 – تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لنقل أكبر حمولة ممكنة

بخلاف هدف تحقيق أقصى ربح أو أدنى تكلفة تشغيل ممكنة، قد تكون هناك طموحات أو دوافـع وطنـية لشركة الملاحة تجعل من أولويات أهدافها تشغيل أسطولها البحري بحيث يتمكن من نقل أكبر حمولة ممكنة، بصرف النظر عن تحقيقها أقصى ربح ممكن أو أقل تكلفة تشـغيل. فالاعـتماد علـى خدمـات الـنقل البحري الوطني مطلب من مطالب الاستقلال الاقتصـادي والسياسي، و يبقى الاعتماد على السفن الأجنبية و إن كان ضرورياً و لا يمكن للدولة الاستغناء عنه أمر غير مرغوب فيه.

و تعـد المنافسـة الأجنبيـة Foreign Competition التي تلقاها السفن الوطنية من أكثر العوامل التي تحد من كفاءة الأسطول الوطني ومقدرته على المساهمة بفعالية في خدمة تجارة الدولة الخارجية خاصة إذا ما كانت تكلفة نقل التجارة على السفن الأجنبية أقل من تكلفة نقلها علـى السفن الوطنية، عندها يمكن تحقيق هدف أقل تكلفة نقل. و لكن تحقيق هدف أقل تكلفة نقـل هنا يعني أن لا يكون للأسطول الوطني أي نصيب يذكر في نقل التجارة الخارجية. و هـذا أمـر يرفضه العقل والمنطق خاصة إذا ما أمعنا النظر في أهمية وجود أسطول وطني يقوم بنقل التجارة الخارجية للدولة ويساهم في خدمة هذه التجارة قدر المستطاع.

يحد امتلاك الدولة لأسطول بحري وطني من كثير من المصاعب التي يمكن أن تواجهها الدولـة فيما لو اعتمدت على سفن أجنبية لنقل تجارتها سواء من الناحية السياسية، أو الأمنية، أو مـن الناحـية الاقتصادية. فالدولة باعتمادها على النقل الأجنبي إنما تسخر جزء مهم من ناتجهـا القومـي لصـالح ربحية شركات الملاحة الأجنبية، فضلاً عن عدم تمتعها باستقلالها السياسـي أو الاقتصـادي. لـذا فـإن رفع مساهمة الأسطول الوطني في نقل أكبر قدر من التجارة الخارجية أمراً ضرورياً لا جدال فيه.

هــذه المبررات وغيرها قد تدفع الشركة الملاحية الوطنية إلى السعي والعمل على نقل أكــبر حمولــة ممكنة من البضائع، حتى و لو كان ذلك مقابل التضحية بجزء من أرباحها أو علــى الأكــثر التضــحية بهــامش الربح والاكتفاء بالربح العادي[20]. و على ذلك فإنه من المستحســن فــي حالة ما إذا أرادت الشركة تحقيق الأمثلية في تشغيل سفن أسطولها البحري وفقــاً لمعيار نقل أكبر حمولة ممكنة، أن يفترض متخذ القرار حد أدنى للربح يشكل قيداً على هــدف نقل أقصى حمولة ممكنة. فالمنشأة أو الشركة تحتاج إلى حد أدنى من الأرباح لتمويل نفقات التوسع أو النمو لإرضاء الملاك أو المساهمين، و حفاظاً على مركزها المالي.

كمــا يمكــن القــول، بأن معيار نقل أكبر حمولة قد يكون مقبولاً إذا كان في الإمكان الــتحكم فــي تكلفة التشغيل وتخفيضها قدر المستطاع، فضلاً عما إذا كان في الإمكان تحقيق ربــح معقــول مــع نقل الحمولة المطلوبة. هذا إضافة إلى حالات الحصار الاقتصادي، أو ارتفــاع أسعار أو تكاليف النقل على السفن الأجنبية. في تلك الحالات يمكن للشركة الملاحية اختيار معيار نقل أكبر حمولة كلية ممكنة و اعتماده كمعيار لتحقيق الأمثلية من تشغيلها لسفن أســطولها الــبحري. و ينجم عن ذلك رفع درجة مساهمة الأسطول البحري الوطني في نقل البضــائع المــتاحة علــى الخطوط الملاحية المختلفة ، وذلك يتأتى عن طريق زيادة فترات التشغيل للسفن المتاحة، و خفض فترات التعطل و التوقف، وزيادة عدد الرحلات، ومعدلات التحمــيل لكــل ســفينة. و بدون شك فإن مقدرة الأسطول على نقل حمولات كلية أكبر إنما يعكس و بوضوح كفاءة هذا الأسطول في خدمة تجارة الدولة الخارجية وفعالية تشغيله.

<u>4 – تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لتحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية</u>

تعانــي معظــم الــدول النامــية من عجز مستمر في موازيين مدفوعاتها و نقص في حصــيلتها من النقد الأجنبي، الأمر الذي يبرر أهمية دعم الأسطول الوطني و رفع كفاءته و تحقيق أمثلية تشغيله. فكلما تمكن الأسطول الوطني من نقل جزء أكبر من التجارة الخارجية للدولــة كلمــا أدى ذلك إلى وفر أكبر في العملات الأجنبية التي كانت ستدفعها فيما لو قامت الســفن الأجنبية بنقله. هذا إضافة إلى ما قد تحصل عليه من إيرادات بالعملة الأجنبية إذا ما تمكنــت مــن نقــل تجارة دولة أخرى على أساطيلها الوطنية. الأمر الذي يعالج بدوره عجز مــيزان المدفوعات Balance of Payments Deficit، ويحســن من وضع الميــزان الملاحي Maritime Balance فــيه [21]. و لكن مدى الاستفادة من هذا المعيار، وتحقيق الآثار المرجوة مــنه على ميزان المدفوعــات، وزيادة حصيلة الدولــة من العملة الأجنبية إنما يتوقف على الآتي[22] :–

أ- أن تكــون مدفوعــات وأســعار الســفن المشــتراة من الخارج تمحي أو تعادل المنافع (الإيرادات) التي تعود على ميزان المدفوعات من تشغيل السفن.

ب- مــدى تطقــيم السفينة من العمالة الماهرة الوطنية للنهوض بصناعة النقل البحري على الوجه المطلوب.

ج- قــدرة الدولــة على القيام بالإصلاحات الكبيرة في السفن، حيث أن عدم توافر الخدمات اللازمــة لمساندة الأسطول الوطني يجعل من الاستثمار في السفن عملية مكملة لعملية استنزاف العملات الأجنبية.

وباعتــبار ندرة العملات الأجنبية، و الرغبة في زيادة حصيلة الدولة من هذه العملات الضــرورية لعملــيات تمويل التنمية الاقتصادية Economic Development، فقد يكون هدف تشــغيل سفن الأسطول البحري متمثلاً في تحقيق أكبر إيراد ممكن من العملات الأجنبية. و يكون هذا المعيار مقبولاً في حالة ما إذا كان هناك عدد كبير من سفن الأســطول الوطني، و القادرة على نقل جزء كبير من التجارة الخارجية، بحيث تكون تكلفة النقل على ســفن أجنبية أو ما تدفعه الدولة من تكاليف نقل أقل من أو مســاوية لتكاليف النقل على السفن الوطنية.

و لكــن عندما نجد أن الدولة تدفع للســفن الأجنبية نوالين بالعملات الأجنبية تفوق ما تحصــل عليه الدولة من إيرادات نتيجة تشغيل ســفنها و بالعملات الأجنبية، عندها لن تتمكن شــركات الملاحة الوطنية من تطبيق هذا المعيار، إلا بزيادة كفاءة سفن أسطولها والعمل على زيــادة مساهمته في نقل تجارتها على سفنها الوطنية، وبالتالي القدرة على تحقيق هدف أكبر قــدر أو إيراد من العملات الأجنبية، واستخدام هذا الهدف كمعيار لتحقيق أمثلية تشغيل سفنها على الخطوط الملاحية المختلفة.

5 – تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لتحقيق أكبر قيمة مضافة

قــد تلجأ الشركة الملاحية في سبيل تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها على الخطوط الملاحية المختلفة على معيار آخر من معايير الأمثلية، وهو ذلك المتمثل في تحقيق أكبر قيمة مضــافة، حيــث يظهــر هــذا المعيار مدى مساهمة سفن الأسطول البحري في زيادة الدخل القومي للدولة. فالقيمة المضافة تتمثل في "مقدار المساهمة الصافية في الناتج القومي"[23]، لذا فهــي تحسب عن طريق طرح مستلزمات الإنتاج السلعية و الخدمية من قيمة إجمالي الإنتاج بسعر البيع، أي أن:-

القيمة المضافة الإجمالية = قيمة الإنتاج - مستلزمات الإنتاج

و بطـرح قـيمة الإهلاك من هذه القيمة الإجمالية نحصل على صافي القيمة المضافة، والتـي تمـثل الدخـل القومـي، حيث تتكون من الأجور و المرتبات، و الريع (الإيجار)، و الفـائدة، و الأربـاح، إضافة إلى الضرائب الغير مباشرة. و تعرف المكونات السابقة ما عدا الأجور و المرتبات بالفائض الاقتصادي، و الذي يتطلب حسن استخدامه، وتوجيهه لأغراض الاستثمار المنتج Productive Investment. أي أن:-

صافي القيمة المضافة = الأجور و المرتبات + الفائض الاقتصادي.

و يـتكون صافي القيمة المضافة من قسمين: صافي القيمة المضافة المحلية، و صافي القـيمة المضـافة المحولة للخارج. و يفضل استخدام مقياس صافي القيمة المضافة المحلية لكونـه يمـثل ذلك الجزء الذي يسـاهم فيه المشروع في الدخل القومي داخل حدود الدولة، مستبعداً منه الجزء المستهلك خارج حدود الدولة. و إذا ما كان مجموع القيم الحالية لصافي القـيمة المضـافة أكبر من مجموع القيم الحالية للأجور المحلية أمكن استخدام ذلك المقياس كفائض اجتماعي Social Surplus [(24)]، و أعطى دلالة على نجاح المشروع و كفاءة تشغيله.

و بناءاً على ذلك نقول بأن القيمة المضافة تعبر عن مدى مساهمة الشركة الملاحية في الدخـل القومي، وتحدد ناتج عملية تشغيلها لسفن أسطولها، فهي تعد معياراً يعكس مدى كفاءة و أمثلـية تشـغيل سـفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة. و من ناحية أخرى فإن القـيمة المضـافة بدورها تزيد مع كل تحسن يحدث في كفاءة تشغيل السفن. و يمكن رفع و زيادة القيمة المضافة عن طريق واحد أو أكثر من العوامل التالية:-

أ- زيادة فترات تشغيل سفن الأسطول.

ب- تخفيض زمن التعطلات والتوقف.

ج- التستيف الجيد للبضاعة.

د- زيادة نسـبة العاملـين من المواطنيـن والحرص على أن تكون باقي المدخلات من خامات وطنية.

ه- تخفيض قيمة مستلزمات الإنتاج الخدمية والسلعية.

هـذا و يجدر بنا أن نشير في هذا الصدد أنه في حالة استخدام معيار أكبر قيمة مضافة لابـد من الأخذ في الاعتبار بأن مقارنة القيم المضافة لعدد من السنوات لا يعطي حكماً دقيقاً علـى مـدى تطـور كفـاءة التشغيل. فقد تكون الزيادة في القيمة المضافة مرجعها ارتفاع إيـرادات نقـل الحمولات الكلية الناجمة عن القوة الاحتكارية لملاك سفن الأسطول، أو نظراً

لظـــروف طارئة غير متوقعة كان من شأنها ارتفاع الطلب على خدمات الشحن. بل و يمكن أيضـــاً أن تكون زيادة القيمة المضافة ناتجاً عن انخفاض أسعار وقيم مستلزمات الإنتاج ، أو نقص مخصصات إهلاك السفن، و ليس نتيجة لزيادة فعلية في كفاءة التشغيل.

6 – تشغيل سفن الأسطول بأقل زمن لمكوث السفينة في الميناء

تضـــيف عملـــية النقل منفعة اقتصادية Economic Utility للسلع والمنتجات المنقولة، تتمـــثل في المنفعة الزمانية فضلا عن المنفعة المكانية(25). و تتولد المنفعة الزمانية من مقدرة الســـلعة علـــى إشـــباع الحاجة البشرية عن طريق النقل وقت الحاجة إليها. و على ذلك فإن زيادة هذه المنفعة يتطلب سرعة نقل البضائع و الحمولات المطلوبة، و تخفيض الفترة الزمنية التي تستغرقها عملية النقل (26).

فالفـــترة التقويمية للسفينة Calendar Period أو ما يعرف بميزانية الزمن time Budget إنما تنقسم إلى (27):–

أ – زمن السفينة في التشغيل (عاملة).

ب – زمن السفينة خارج التشغيل (متعطلة).

يـــتكون زمـــن الســـفينة فـــي التشغيل بدوره من زمن الإبحار Sailing Time و زمن المكـــوث بالميـــناء Time in port. و يـــتجمع زمـــن مكوث السفينة في الموانئ من الزمن المســـتغرق فـــي عملـــيات مـــناولة البضائع Handling من شحن وتفريغ، و زمن العمليات المساعدة (28)، فضلاً عن زمن الانتظار Waiting و التعطل في الموانئ.

و يعـــد الزمـــن من المؤشـــرات الهامة الدالة على مدى كفاءة الأداء و إنتاجية تشغيل السفن، و تنفيذ العمليات الملاحية في أقل فترة زمنية ممكنة. فلكما زادت فترة تشغيل السفينة وقـــل زمن التعطلات كلما دل ذلك على استخدام السفينة استخداماً أمثلاً. و بيد أن المدة التي تقضـــيها السفينة داخل الميناء منذ وصولها و حتى مغادرتها تعتبر مقياساً لكفاءة العمل داخل الميـــناء، و أن سرعة دوران خدمة السفينة يتوقف على كفاءة عمال الميناء Port Labour، إلا أن الشـــركة المالكة أو المشغلة للسفينة قد ترغب أو تهدف إلى تحقيق أقل زمن ممكن لمكوث الســـفينة في الميناء في سبيل تحقيق معدلات تشغيلية أكبر و خفض التكاليف و من ثم تحقيق أمثلية تشغيلها لسفن أسطولها البحري.

يعتـــبر الزمن من الأبعاد الأساسية في طبيعة تركيب التكاليف، و الاستغلال الاقتصادي لعنصـــر الزمـــن يجـــب أن يكون موضع المقارنة بالنسبة لاستغلال نفس الفترة الزمنية في

عمليات أخرى بديلة [29]، أي الاستخدام البديل لذلك الزمن الذي تمكثه السفينة داخل الميناء. و لعل أهم العوامل المؤثرة على زمن مكوث السفينة في الميناء ما يلي :-

أ - معدلات الشحن والتفريغ والتي تتوقف على التجهيزات الفنية لأرصفة الميناء، وكفاءة العاملين فيها.

ب - عدد الأرصفة و درجة تكدس الميناء بالسفن، الأمر الذي يؤدي إلى وجود صفوف انتظار، مما يزيد من زمن مكوث السفينة بالميناء.

ج - الصفات التشغيلية للسفينة من حمولة وعدد فتحات العنابر، وحجم السفينة نفسها و مدى حداثتها ونوعها وما إلى ذلك.

د - الظروف الجوية.

يعتبر زمن التشغيل أحد المؤشرات الهامة لكفاءة تشغيل السفينة، حيث يعبر عن المستوى الفني لهذا التشغيل، و أن زيادة هذه القيمة تعني استخدام أمثل لحمولة السفينة وإنجاز أكبر لعمليات النقل. و على ذلك فإن مكوث السفينة و بقائها في الميناء لفترة أطول من الحد المعقول إنما يعني انخفاض في كفاءة تشغيل السفينة و إنجاز أقل لعمليات النقل. هذا فضلاً عن التكاليف التي تتحملها الشركة نظير ذلك التأخير. فزيادة مكوث السفينة في الميناء يرجع إلى وجود عيوب في تنظيم حركة السفن وتجهيزها في الميناء، كما يمكن إرجاعه إلى العواصف أو الأمطار أو غير ذلك من ظروف مناخية قد تعطل من عمليات الشحن والتفريغ.

تتراوح تكاليف أو رسوم الميناء Port Dues & Charges ما بين 8% - 12% من التكاليف الكلية للسفينة [30]، و التي تختلف وفقا للزمن الذي تقضيه السفينة في الميناء فضلاً عن عوامل أخرى. و تختلف الرسوم من ميناء لآخر، فهي عادة أكبر و أعلى في تلك الموانئ ذات الكفاءة العالية والتجهيزات الفنية المتقدمة. وعلى العكس نجد هذه الرسوم تنخفض في الموانئ الفقيرة بالإمكانيات و التجهيزات اللازمة. ولا يمكن لمالك السفينة أو مشغلها عمل أي شيء حيال هذه الرسوم فهي مفروضة عليه، إلا إذا تمكن من تقليل الزمن الذي تقضيه السفينة في الميناء و تقليص عدد الموانئ التي تلتزم السفينة بالمرور عليها خلال رحلتها البحرية. و بذلك تنخفض التكاليف التي تتحملها السفينة أو بالأصح الشركة الملاحية المشغلة و المالكة لها.

تتحمل الشركة التكاليف المعتادة للشحن و التفريغ، و كلما زادت فترة مكوثها في الميناء زادت تلك التكاليف خاصة إذا ما كانت الأجور المدفوعة لذلك هي نظير عدد الساعات وليس

نظـــير القطعـــة أو الوحـــدة المـــناولة. هذا فضلاً عن تكاليف الوقود Fuel Costs، ورسوم اســـتعمال الأرصـــفة و شغلها Berth Occupancy والتي تحسب على أساس الزمن الذي تظل فـــيه الســـفينة شـــاغلة للرصيف، و رسوم إزالة النفايات، و الأهم من ذلك غرامات التأخير Demurrage.

و على ذلك فإنه يتعين على الشركة الملاحية أن تختار معيار أقل زمن لمكوث السفينة فـــي الميناء أن تعمل على تخفيض الوقت الإجمالي الذي تقضيه السفينة في الموانئ و كذلك عـــدد الموانـــئ التي تلتزم بالمرور عليها مما يوفر عليها جزء لا يستهان به من بند تكاليف الموانـــئ في كل رحلة. و يتطلب تخفيض زمن مكوث الســـــفينة بالميناء العديد من الأمور من أهمها :-

أ- سرعة إنجاز عمليات الشحن والتفريغ عن طريق اختيار متعهدو شحن وتفريغ ذوي
ب- خبرة و كفاءة عالية.
ج- التخصيص المناسب للأرصفة و المخازن.
د- التحديد الأمثل لعمالة الموانئ مما يعمل على القضاء على ظاهرة انتظار السفن.
ه- توفير آلات شحن وتفريغ حديثة بالسفن و الميناء.

حواشي الفصل الثاني

(1) - **Mishan,E.J.:** Introduction To Normative Economics, Oxford University Press, 1981, 3

(2) - **عمر،حسين :** موسوعة المصطلحات الاقتصادية، دار الشروق، جده، 1979، 36.

(3) - المرجع نفسه، 37.

(4) - منحنـــي السواء هو صورة بيانية توضح تفضيلات المستهلك من التوليفات المختلفة للسلع التـــي يمكنه استهلاكها و التي تعطي له نفس المستوى من الإشباع، و كل منحنى سواء أعلى على خريطة السواء يعطي قدر أكبر من الإشباع.

(5) - يمكن الرجوع إلى :-

- **هدي،محمدسليمان :**مناهج البحث الاقتصادي، دار المعرفة الجامعية،الإسكندرية،21-22، 1989.
- **قنديل،عـبد الفـتـاح و سـليمان، سـلوى :** مقدمة في علم الاقتصاد، دار النهضة العربية، القاهرة، 1992، 12 .
- **بخاري،عـبلـه عبد الحميـد :** محاضـرات في مبـادئ الاقتصاد الجزئي، مكتبة دار جدة، جدة، 29.

(6) - **Lipsey,Richard G.:** An Introduction To Positive Economics, 7th Ed., Weidnfeld and Nicolson, London, 15-16.

(7) - **بخاري،عبله عبد الحميد :** المرجع نفسه، 15.

(8) - **شـيانج،ألفا :** الطـرق الأساسـية في الاقتصاد الرياضي،الجزء الأول، تعريب: نعمة الله نجيب إبراهيم، دار المريخ، الرياض، 1995، 359-360.

(9) - **عمـر،حسين :** تطور الفكر الاقتصادي – قديماً و حديثاً و معاصراً، الكتـاب الثاني، دار الفكر العربي، القاهرة، 1994، 964 .

(10) - المرجع نفسه، 965.

(11) - المرجع نفسه، 972 .

(12) - يمكن الرجوع إلى :-

- **عبد الكريم، زيــاد ، جبر،عاطف و أبو الحسن،عمر** : بحوث العمليات ، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان، 1990، 9 – 12 .

- **Gill,Philip E.;Murray,Walter and Wright, Margret H.:** Practical Optimization, Academic Press, London , 1981, 1-2 .

(13) -**Evans,J.J. & Marlow,P.B. :** Op. Cit. , 131.

(14) -**بخاري،عبله عبد الحميد** : المرجع السابق ، 15 .

(15) -لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى :-

- **ماضي،محمــد توفيق** : البرمجة الخطية (التوزيع الأمثل للموارد المحدودة)، سلسلة الأســاليب الكمية للجميع (1)، المكتب العربي الحديث، الإســكندرية، 1992، 7 – 15.

- **متولي،مختــار محمد** : الأساليب الرياضية للاقتصاديين، جامعة الملك سعود، الرياض، 1993، 455 – 457.

- **القاضي،زياد عبد الكريم** : مرجع سابق، 17 – 21.

- **العيسوي،إبراهيم** :مرجع سابق، 364–386.

- **Hillier , Fredrick S. and Lieberman , Gerald J. :** Introduction To Operations Research , 5th Ed., Mc Graw-Hill , 1990 , 29 – 30 .

(16) - **هدي،محمد سليمان** : بحوث العمليات و تطبيقاتها في قطاع النقل البحري، مرجع سابق ، 34–39.

(17) - لمعلومــات أخــرى يمكــن الــرجوع إلى:- **هاشم،إسماعيل محمد** : المدخل إلى علم الاقتصاد، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1981، 426–427 .

(18) - التكالــيف المعيارية هي ذلك المستوى المثالي أو المرغوب فيه من التكاليف، أو بعبارة أخرى ما يجب أن تكون عليه التكاليف.

(19) - **بخاري،عــبله عــبد الحميد** : محددات الطلب علي الواردات المنقولة بحرا إلي المملكة العربية السعودية، مرجع سابق، 43– 45.

(20) - الربح العادي هو عبارة عن دخل عنصر التنظيم نظير المساهمة في العملية الإنتاجية. وهــو الحــد الــذي يتساوى فيه السعر مع متوسط التكلفة و المتحقق عندما تكون: الإيــرادات الكلية – التكاليف الكلية = صفر. هذا في حين تمثل أي قيمة موجبة من

طـــرح التكالـــيف مـــن الإيرادات الربح غير العادي extra-ordinary profit (فائض الربح).

(21) - **بخاري،عبله عبد الحميد :** المرجع السابق ، 38 – 42 .

(22) - **عـــزب،محمد عبد المجيد :** " تنمية الأسطول التجاري الوطني وسياسة حمايته " النشرة الدورية ، الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع25، يوليو 1989، 21-22 .

(23) - **خليل،ســـامي :** مـــبادئ الاقتصــــاد الكلـــي ، الطبعة الثانية، مؤسسة المصباح و مكتبة النهضة العربية، الكويت، 1983، 299.

(24) - **هدي،محمـــد ســـليمان :** دراســـات الجدوى و تقييم المشروعات الاستثمارية لشركات الملاحـــة و الموانـــئ الـــبحرية و الترسانات، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1992، 336.

(25) - تتمـــثل المـــنفعة المكانـــية في القيمة الاقتصادية المضافة للسلعة المنتجة و الناجمة عن عملية نقلها من مكان إلى مكان آخر تكون فيه قيمتها أو منفعتها الاقتصادية أكبر.

(26) - **عـــبد المنصـــف،أحمد :** صناعة النقل البحري، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا، الإسكندرية، 1995، 13-14 .

(27) - **هدي،محمد سليمان :** اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 62.

(28) - تشـــتمل العملـــيات المساعدة على عمليات المناورة في الميناء و تركيب حواجز إضافية في العنابر واستيفاء مستندات الشحن وخلاف ذلك.

(29) - لمـــزيد مـــن الإيضاح يمكن الرجوع إلى:- **بدوي،سمية:** اقتصاديات النقل البحري في العالم ، د.ن، الإسكندرية، 1989، 589 .

(30) - **Chrzanowski,Ignacy:** An Introduction to Shipping Economics , Fairplay Publications , 1985 , 80 .

الفصل الثالث

أسطول النقل البحري السعودي

الفصل الثالث
أسطول النقل البحري السعودي

أولاً – الاقتصاد السعودي و أهمية قطاع النقل البحري

لقد كان للنقل البحري دوره الواضح في تطوير الاقتصاد السعودي كما هو الحال في الكثير من دول العالم. فلم تكن سفن الأساطيل البحرية تحمل على متنها البضائع المنقولة فقط، و لكنها كانت تحمل معها طموحات بلادها و أهدافها الاقتصادية. فقد عبر مفهوم FLAG FOLLOWS TRADE بوضوح عن الفلسفة السياسية و الاقتصادية لدول مثل هولندا و بريطانيا ، كما جابت سفن الشركات الملاحية لدول كالصين و كوريا و تايوان أرجاء العالم حاملة تجارتها الخارجية و محققة الكثير من الوفورات الاقتصادية لبلادها[1]. و أضحى للنقل البحري دوراً حيوياً في اقتصاديات دول العالم المتقدمة منها و النامية، لا يضاهيه فيه أي قطاع آخر من قطاعات الاقتصاد القومي، فضلاً عن دوره المتميز في تطوير العلاقات التجارية بين دول العالم سواء عن طريق تبادل البضائع المنقولة بحراً أو عن طريق نقل الركاب المسافرين. و يعتبر وجود وسائط للنقل البحري تعمل و بكفاءة عالية من الأولويات الضرورية للتقدم و التنمية الاقتصادية بالبلاد.

و إن كانت عملية النقل Transportation عموماً ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعملية التنمية الاقتصادية و الاجتماعية Economic & Social Development، فإن النقل البحري هو أكثر وسائط النقل ارتباطاً بهما، خاصة و أن ثلاثة أرباع تجارة العالم تنقل بحراً. فالنقل البحري مصدراً لا يستهان به للدخل القومي National Income، ومؤثراً فعالاً على ميزان المدفوعات Balance of Payments، فضلاً عن إسهامه في التنمية الاقتصادية من خلال الخدمات التي يقدمها و التي تعد مكملة لمختلف الأنشطة الاقتصادية الصناعية أو الزراعية أو غير ذلك. هذا إضافة إلى كون النقل البحري يؤدي دوراً ملموساً في عمليات الأمن الغذائي و التنمية الاجتماعية[2].

تعتبر صناعة النقل البحري قاعدة مهمة، و ركيزة أساسية من ركائز الاقتصاد القومي تسهم في نمو النشاط الاقتصادي للدولة. لذا فإنه متى وجدت صناعة وطنية للنقل البحري

فـــإن عائداتها سوف تسهم بشكل مباشر أو غير مباشر في نمو و تنويع مصادر الدخل القومي Income Diversification ، مـــن خـــلال ما تدره من عوائد الشحن. و إن كان أثر الصناعة الـــبحرية لا يقتصر على الآثار الأولية لتدفق عوائد الشحن، أو على عوائد و دخول الخدمات و الصـــناعات المكملـــة للنشـــاط الـــبحري، إنما يمتد ذلك الأثر إلى تحقيق تدفقات و زيادات مضـــاعفة فـــي الدخل القومي[3]. هذا إضافة إلى العوائد الرأسمالية من الاستثمار البحري و تيار الأجور و الأرباح Wages & Profits Flow الناشئ عن تشغيل الأسطول الوطني. يؤثر الـــنقل البحري على القيمة المضافة[4]، و التي تؤثر هي بدورها على الأجور، و بالتالي على الفـــائض الاقتصـــادي Economic Surplus ، الذي يمكن توجيه جزء منه لتمويل الاستثمارات البحرية Maritime Investment.

يقـــود الاســـتثمار فـــي الـــنقل البحري إلى فتح فرصاً جديدة للعمالة في مجالات النقل الـــبحري المختلفة، و عليه فإن دعم الأسطول التجاري الوطني سيكون من شأنه إيجاد فرصاً للعمـــل فـــي مخـــتلف مجالات النقل البحري من شحن و تفريغ، و تأمين بحري، و وكلاء و سماســـرة، و ترســـانات بحـــرية، إضافة إلى الشركات الخاصة بإصلاح و صيانة السفن، و الشـــركات السياحية القائمة بتنظيم الرحلات البحرية، و إدارة الأسطول الوطني و تشغيله[5]. و بذلـــك فـــإن للـــنقل الـــبحري أهمية في تنويع العمالة و خلق فرصاً جديدة للعمل سواء في صـــناعة النقل البحري ذاتها، أو في الصناعات العديدة الأخرى المغذية لها، الأمر الذي يعمل على زيادة مستوى التوظف في الاقتصاد القومي ككل.

و يعـــد النقل البحري و قبل أي شيء آخر نشاط إنتاجي Productive Activity يضيف قـــيمة اقتصـــادية للسلعة المنتجة، و ذلك بنقلها من أماكن إنتاجها و إلى أماكن توزيعها. هذه القـــيمة أو المنفعة تعرف بالمنفعة المكانية Spatial Utility، حيث تنقل السلعة من الأماكن التي تنـــتج فـــيها إلـــى أماكن أخرى تكون فيها منفعتها الاقتصادية أكبر و الطلب عليها أكثر. هذا إضـــافة إلى المنفعة الزمانية التي تضاف إلى السلعة المنقولة نتيجة عملية نقلها من مكان إلى آخـــر وقـــت الاحتـــياج إلـــيها. و تؤثر عملية النقل البحري في حجم السوق و تنويع السلع المعروضـــة فيه، فتعمل على زيادة و اتساع الأسواق و تعدد وتنويع السلع المعروضة، الأمر الـــذي يـــؤدي بدوره إلى زيادة في تقسيم العمل الدولي و ترشيد استخدام عناصر الإنتاج مما يـــؤدي إلـــى ارتفـــاع إنتاجية تلك العناصر. و من جانب آخر نجد أن نجاح خطط التصنيع Industrialization Plans مـــرهون باتساع السوق، خاصة في الدول النامية التي يشكل فيها ضـــيق الســـوق المحلـــي قيداً على النمو الصناعي، الأمر الذي يؤكد أهمية تطوير الصناعة البحرية في التأثير على حجم السوق، و بالتالي على التنمية الصناعية.

و تؤكـد الـنظريات الخاصة بالتوطن الصناعي Industrial Localization على أهمية عملية النقل و دورها في التوطن الصناعي، حيث أن وجود أو إنشاء صناعة معينة في مكان معيـن سوف يخلق الظروف المناسبة لجذب الصناعات الأخرى المكملة لها و المرتبطة بها. تـنص قـاعـدة "Principle of Minimum Differentiation" علـى أنه: "متى أنشئت صناعة معيـنة فـي إقلـيم، لأي سبب من الأسباب فإنها تخلق الظروف المناسبة التي تجذب بدورها صناعات أخرى قد تكون مكملة لها أو مرتبطة بها مما يؤدي إلى نمو الإقليم و تطوره بشكل يشـبه نمـو الكـرة الثلجية" [6]. ومن هذا المنطلق فإن وجود صناعة بحرية يعني ضرورة تطويـر الموانـئ و جعلهـا مراكز لنشوء صناعات أخرى مكملة للصناعة البحرية. فدعم الأسـطول الوطنـي للـنقل البحري يتطلب تطوير الموانئ و تجهيزها بأحدث التجهيزات و بالصـورة الكفـيلة بـتقديم الخدمـات المطلوبـة. هذا فضلاً عن ضرورة إنشاء أو تطوير الصـناعات ذات الصـلة بالأنشطة البحرية، و الصناعات التي قد تنشأ بالقرب من الموانئ و التـي تعـتمد على الخامات المستوردة أو تلك التي تنتج سلعاً مطلوبة للتصدير. كما و تلعب تكالـيف الـنقل دورها أيضاً في التوطن الصناعي خاصة وأنها تشكل جزء لا يستهان به من إجمالي تكاليف الإنتاج.

إن صـناعة النقل البحري هي صناعـة دولية بطبيعتها، و من أكثر الصناعات أهمية لخدمـة الـتجارة الخارجـية (الأجنبية) Foreign Trade، فلا تجارة بدون نقل ولا نقل بدون تجـارة. فـأي تغـيرات في التجارة لها صداها و أثرها المباشر على الملاحة و الموانئ، و العكـس أيضـاً صحيح حيث أن أي تطوير في عمليات تصميم أو تشغيل السفن يؤثر على تحـركات البضـائع و الـتجارة سواء على المدى القصير أو الطويل[7]. كما و يسهم النقل الـبحري مسـاهمة فعالـة في قيام التجارة الدولية و التي هي بدورها عنصر أساسي للتنمية الاقتصـادية. و يؤكـد معظم الاقتصاديون التقليديون منهم و المحدثين بأن التجارة الخارجية تسـتطيع أن تسـهم إسهاماً ملحوظاً في تنمية الدولة، و أنها لم تعد مجرد وسـيلة لتحقيق الكفايـة الإنتاجية فحسب، إنما هي أيضاً آلية للنمو[8]، أو أداة تلقائيـة لنمو An Autonomous Engine of Growth. و قـد ساد الاعتقاد بأن التجارة الخارجية قد ساهمت في بعث التنمية الاقتصـادية لـدول كثـيرة كان اقتصادها في البداية يقوم مقتصراً على الزراعة و الحرف التقلـيدية. هـذا و إن كـان هـناك مـن يعارض هذا الرأي معتبراً التجارة الخارجية أداة اسـتعمارية تبنتها الدول الصناعية و ذلك في سبيل خلق أسواق لمنتجاتها فيما وراء البحار، و أن آلـية الأسـواق العالمـية تعمل في غالب الأحوال لصالح الدول الصناعية و على حساب الـدول النامية[9]. و تجدر الإشارة هنا إلى أن المكاسب المتحصلة من النقل و التجارة و إن

كانـــت تدعـــم عملـــية التنمية الاقتصادية، إلا أنها لا يمكن أن تكون بديلاً للتنمية التي يجب إيجادهـــا داخـــل إطـــار الاقتصاد المحلي، حيث أن التنمية الحقيقية Real Development هي عملية داخلية ذاتية، بمعنى أنها يجب أن تنبع من المقومات و القوى الداخلية للدولة.

و فـــي دولـــة كالمملكة العربية السعودية تزداد أهمية التجارة الخارجية، فعملية التنمية الاقتصـــادية بالمملكـــة تستدعي تطوير كافة وسائل النقل بصفة عامة و النقل البحري بصفة خاصـــة، و الـــنهوض بهـــا بالصـــورة الملائمة و التي تجعلها قادرة على تلبية الاحتياجات المتزايدة للتجارة الخارجيـــة. و لما كان النقل البحري هو توأم التجارة الخارجية، فإن أهميته تظهـــر فـــيها بجـــلاء و وضـــوح و بصورة أكثر منها في سواها من دول العالم. فالتجارة الخارجـــية تمثل حلقة الربط بين الاقتصاد القومي بقطاعاته المختلفة وبين الاقتصاد العالمي. و تـــزداد أهمية التجارة الخارجية في المملكة، لاعتبارها أكبر دولة مصدرة للنفط من جانب، و لكونهـــا سوقاً واسعاً للسلع المختلفة و الخدمات من جانب آخر. و هي بذلك تحتل المركز العشرين بين دول العالم من حيث تجارتها الخارجية[10].

و قد أدركت المملكة أن التجارة الخارجية قد أصبحت أداتها لتحقيق الرخاء، و وسيلتها لإحـــراز التنمية المطلوبة، و مؤشـــر يقاس به مركزها الدولي، و أن النقل البحري هو أنسب وسائط النقل لخدمة هذه التجارة[11]. و من هنا اكتسب قطاع النقل البحري في المملكة أهمية اســـــتراتيجية بـــرزت مـــع الانطلاقة الأولى للتنمية في عام 1970 ، و تحديداً مع تضاعف أحجام التجارة الخارجية للمملكة لتلبية احتياجات التنمية الاقتصادية، حيث يشكل ما ينقل بحراً من هذه التجارة ما نسبته 90%من إجمالي الواردات، و 95% من إجمالي الصادرات[12].

لعـــب البـــترول دوراً ظاهراً في تنمية المجتمع السعودي بقطاعاته المختلفة بما فيها الـــنقل الـــبحري، حيـــث أحدث اكتشاف النفط تغيرات هيكلية Structural Changes في جميع القطاعـــات الاقتصـــادية بالمملكة ناشراً أسباب الرفاه الاقتصادي من ناحية، و فارضاً أنماط اســـتهلاكية لم تعهدها الدولة من قبل، تكيفت معها أنماط التجارة الخارجية كماً و كيفاً. و مع زيـــادة الدخـــل المـــتولد من إنتاج و تصدير البترول ازداد دور الحكومة السعودية في تحقيق إنجـــازات تـــنموية بـــارزة المعالم خلال فترة زمنية قياسية، ظهرت معالمها مع بداية انتهاج المملكـــة للتخطيط الشامل Overall Planning كأسلوب للتنمية[13].

تبنـــت المملكة العربية السعودية فلسفة الاقتصاد الحر Free Economy منذ بداية عهدها بالتخطـــيط للتنمية، فكان أن ظهرت الخطة الخمسية الأولى للتنمية (1970–1975) في وقت كان الاقتصاد السعودي يعتمد بالدرجة الأولى على الصادرات النفطية كمصدر أساسي للدخل

القومـــي. أمـــا الواردات فقد كانت نسبتها من الناتج المحلي الإجمالي منخفضة، و ذلك لتدني الـــتطلعات الاستهلاكية والاستثمارية للدخل المنخفض. جاءت طموحات الخطة متواضعة بما يتناســـب مع محدودية الموارد المتاحة و صعوبة الظروف الاقتصادية السائدة. و على الرغم مـــن ذلك فقد شهد قطاع النقل و المواصلات تنفيذ مشروعات الطرق و المطارات و الموانئ، فاستحوذ هذا القطاع على ما نسبته 18% تقريباً من إجمالي الإنفاق المعتمد بالخطة لمختلف أوجه الإنفاق الرئيسية بالمملكة [14].

نمـــت الصادرات السلعية (فوب) FOB [15] في غضون ســـنوات الخطة الأولى للتنمية (1970–1975) بمعـــدل ســـنوي مرتفع وصل إلى 84.4%، يتضح من خلاله أهمية التجارة الخارجية للاقتصاد السعودي. ارتفعت قيمة الصادرات من 10.9 بليون ريال في عام 1970 لتصـــل إلـــى 126.2 بلـــيون عام 1974. و في الفترة ذاتها زادت قيمة الواردات من 3.7 بلـــيون ريال، لتصل إلى 9.2 بليون. و لعل أبرز ما طرأ على إيرادات الدولة حينذاك تمثل فـــي زيادة العائدات من الصادرات النفطية نتيجة تعديل الأسعار عقب حرب أكتوبر 1973، ليـــتخذ المحللـــون الاقتصاديون من تاريخ 16 أكتوبر1973 حداً فاصلاً بين مرحلتي ما قبل الطفرة و ما بعدها من تاريخ تطور الاقتصاد السعودي[16].

أســـهمت الزيادة الكبيرة للإيرادات النفطية في توفير اعتمادات مالية أكثر طموحاً، فاق فـــيها الدخل المتحقق جميع المصروفات الحكومية و الواردات، فأضيفت أهداف جديدة لخطة التنمـــية الثانـــية (1975–1980). و لعـــل أهم ما يخصنا في هذه الفترة هو إنشاء المؤسسة العامـــة للموانـــئ Port Authority، و تحقـــيق قطـــاع النقل و المواصلات لمعدل نمو مثيراً للإعجاب بلغ 21% تقريباً، فاق فيها المعدل المستهدف للنمو في الخطة و البالغ 15% [17]. اســـتمر الارتفاع في جانبي الصادرات و الواردات خلال الخطة، ليعود و يتراجع معدل النمو الســـنوي للصـــادرات، فيعطي معدلاً سالباً بلغ 9.1%. هذا في حين سجلت الواردات معدلاً موجباً للنمو بلغ 8.8% سنوياً خلال الخطة الثالثة للتنمية (1980–1985). في الوقت نفسه، حقق قطاع النقل و المواصلات معدل نمو متواضع بلغ 7.1% بالنسبة لمعدل النمو المستهدف في الخطة و البالغ 12.9%[18].

أرســـت الخطـــط الثلاثة الأولى الدعائم الأساسية للتنمية الاقتصادية في المملكة محققة إنجـــازات واضـــحة في كافة المجالات، فكان من أهم الإنجازات في قطاع النقل البحري، أن ارتفع عدد الأرصفة في موانئ المملكة الرئيسية من 11 رصيفاً في عام 1970، و إلى 168

رصـــيفاً فـــي 1985. كما ارتفع حجم البضائع المناولة من 1.8 مليون طن و إلى نحو 52 مليون طن للفترة نفسها، ليتلاءم الوضع مع الزيادة المستمرة في حجم التجارة الخارجية.

و مـــع بدايـــة عـــام 1985 بدأ تنفيذ الخطة الخمسية الرابعة، و التي كانت تهدف إلى تـــنويع مصـــادر الدخل في سبيل الحد من خطر الاعتماد على النفط الخام، و توسيع الأسواق الخارجـــية أمـــام المنتجات الوطنية، إضافة إلى فتح أسواق جديدة أمام الصادرات بعقد العديد مـــن الاتفاقـــيات التجارية و الثنائية Bilateral Trade Agreements. و عليه فقد زادت كمية الصـــادرات من ما قيمته 99.2 بليون ريال في عام 1985، لتصل إلى165.7 بليون في عام 1990، و إن شـــهدت شـــيء من الانخفاض في بداية الفترة ثم عاودت الارتفاع مرة أخرى. كذلـــك كان الحال بالنسبة للواردات، و التي انخفضت في بداية الخطة من 73.8 بليون ريال فـــي 1985 إلى 63.2 بليون في 1986، ثم ارتفعت لتصل في نهاية الخطة إلى 80.6 بليون ريـــال. كمـــا و قـــد شهد قطاع النقل و المواصلات انخفاضاً في معدل نموه السنوي بلغ في المتوســـط (1.9%)[19] خـــلال فترة الخطة الرابعة. و على الرغم من ذلك يمكن القول بأن الاقتصـــاد السعودي قد اتسم بطابع إيجابي في ظل الظروف المالية الحرجة التي سادت خلال تلك الفترة و الناجمة عن انخفاض العائدات النفطية.

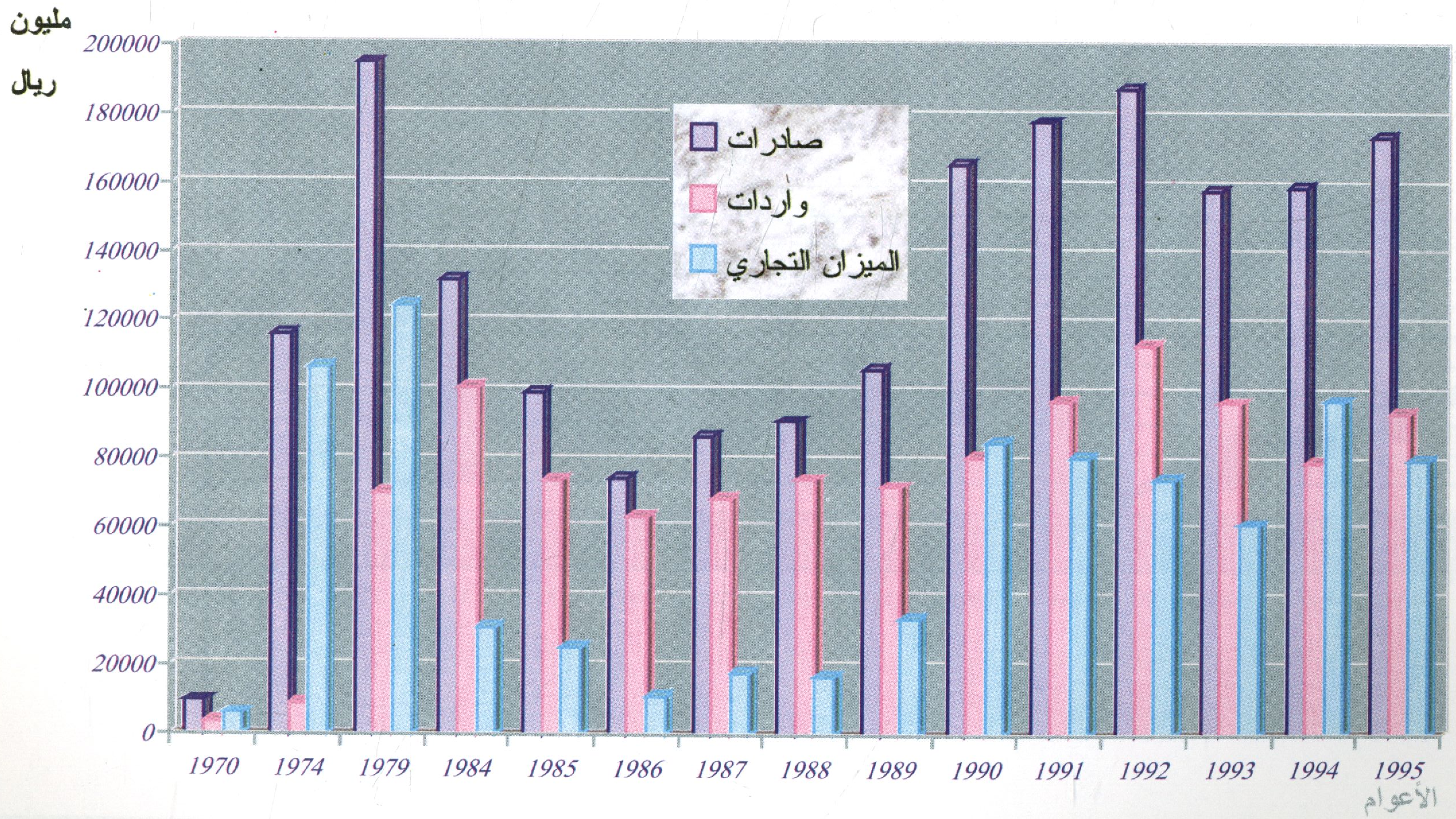
ترتب على حرب الخليج Gulf War تغيرات هامة و غير عادية ليس فقط في أوضاع الـــتجارة الخارجية و ميزان المدفوعات بالمملكة، بل و في أوضاع الاقتصاد السعودي ككل. و لقـــد تم إعداد خطة التنمية الخامسة (1990– 1995) لتمثل مرحلة انتقالية لها أهميتها في تنمـــية الاقتصـــاد الوطنـــي، يشكل فيها تحقيق النمـــو الاقتصادي العام General Economic Growth هدفاً عاماً. و في بداية الخطة أدى الارتفاع الكبير في قيمة الصادرات غير النفطية إلـــى إحـــراز فائض في الميزان التجاري، قدر متوسطه السنوي خلال فترة الخطة بما قيمته 74.5 بلـــيون ريـــال[20]. ولكـــن التكاليف المرتفعة للحرب و ما صاحبها من تدفقات مالية ضـــخمة، كان لها تأثيرها الســـلبي على ميزان المدفوعات السعودي ليبلغ المتوسط الســـنوي لعجـــز الحســـــاب الجـــاري خلال الفترة ذاتها (53.7) بليون ريال. و قد بلغ ذلك العجز ذروتـــه فـــي عـــام 1991، لـــيقدر بـــ (103.5) بليون ريال، كما يتضح من بيانات الجدول اللاحق رقم (3–1)، و الشكل البياني رقم (3–2)

جدول رقم (3-1) قيم صادرات و واردات المملكة

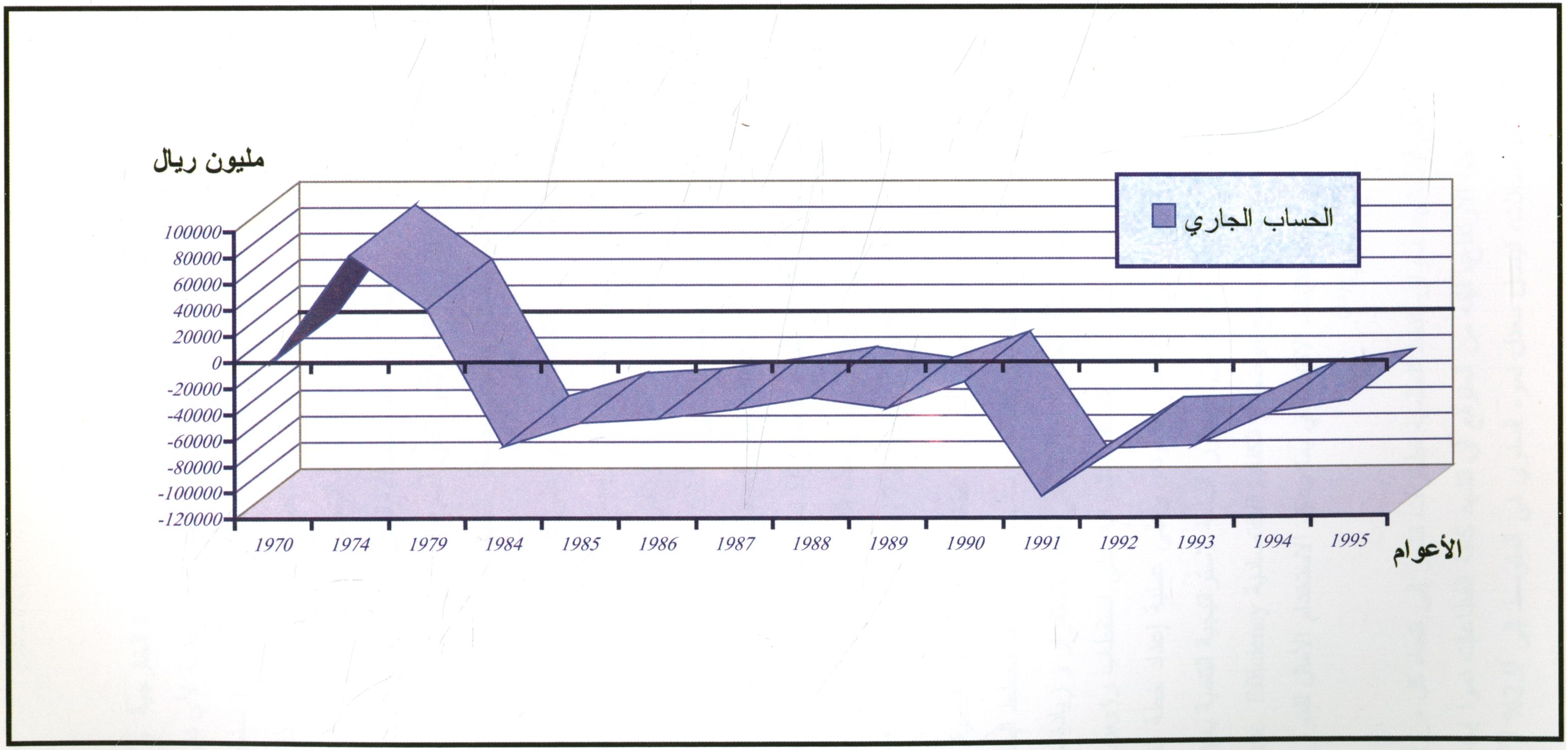
و الحساب الجاري لأعوام مختارة خلال الفترة (1970-1995) بالمليون ريال

الأعوام Years	الصادرات (فوب) Exports (FOB)	الواردات (فوب) Imports (FOB)	الميزان التجاري Trade Balance	الحساب الجاري Current Account
1970	9,817	3,727	6,090	467.0
1974	115,967	9,226	106,741	81,990
1979	194,963	70,276	124,687	40,416
1984	131,873	100,625	31,248	(64,845)
1985	99,224	73,762	25,462	(46,855)
1986	74,529	63,196	11,333	(43,680)
1987	86,650	68,466	18,184	(36,604)
1988	91,060	74,165	16,895	(27,492)
1989	105,970	72,017	33,953	(35,776)
1990	165,705	80,609	85,096	(15,555)
1991	178,081	97,263	80,818	(103,502)
1992	187,834	113,278	74,556	(66,437)
1993	158,336	96,895	61,441	(64,668)
1994	159,162	79,837	97,325	(39,246)
1995	174,155	93,891	80,264	(30,364)

وزارة التخطيط : منجزات خطط التنمية – حقائق و أرقام (1970-1997) ، ص255.



شكل رقم (3-1) صادرات و واردات المملكة و فائض الميزان التجاري لأعوام مختارة بالمليون ريال



شكل رقم (3-2) رصيد الحساب الجاري لأعوام مختارة خلال الفترة (1970-1995)

يلاحظ من الجدول السابق، أنه على الرغم من تقلبات التجارة الخارجية و تذبذب قيمة صـــادرات المملكـــة و وارداتها صعوداً و هبوطاً كما هو الحال بالنسبة لأي دولة في العالم خاصة النفطية منها، إلا أن الميزان التجاري Trade Balance (فوب) FOB استمر في تحقيق فائضاً كان دائماً في صالح الاقتصاد السعودي Active Balance of Trade، و ذلك على مدار الخطـــط الخمسة للتنمية، حيث كان يقال غالباً بأن: "المملكة العربية السعودية دولة لا تعرف سوى الفائض في ميزان مدفوعاتها" [21]. أما الحساب الجاري Current Account فقد سجل عجـــزاً مستمراً ابتداءً من عام 1984، الأمر الذي أصبح يشكل ضغوطاً مستمرة على ميزان المدفوعات السعودي، و وجود مشكلة تستدعي تضافر الجهود للقضاء عليها.

كما و يتضح مدى اعتماد الاقتصاد السعودي على التجارة الخارجية من بيانات الجدول رقـــم (3–2)، خاصة و أن صادرات المملكة وفق إحصائيات 1995 تشكل ما نسبته 37.12 % مـــن إجمالي الناتج المحلي ، في حين تمثل الواردات 22.42 % منه، و بذلك ترتفع نسبة الـــتجارة الخارجية إلى الناتج المحلي لتصل إلى 59.54 % و هي نسبة مرتفعة إذا ما قورنت بـــدول أخـــرى، كما يظهر من خلال الشكل (3–3). فالتجارة الخارجية بشقيها الصادرات و الواردات تشكل ما نسبته 45 % من الناتج المحلي الإجمالي في المملكة المتحدة، 40.87 % فـــي ألمانـــيا، و 31.13% في فنزويلا. بل أن هذه النسبة تنخفض لأكثر من ذلك في دول أخرى، كالولايات المتحدة (18.69%)، و سوريا(17.47%)، و اليابان (15.13%)[22].

امتدت آثار حرب الخليج و انخفاض أســـعار النفط ليتم إعداد خطة التنمية السادســـــة (1995–2000) فـــي ظروف مختلفة عن تلك التي سادت أثناء إعداد الخطط السابقة. كما و قـــد أثـــرت الأجـــواء الاقتصـــادية العالمية المتمثلة في عدم الاستقرار و زيادة حدة المنافسة الممـــيزة للأســـواق النفطـــية، فضلاً عن المنافسة الدولية على استقطاب رؤوس الأموال، و غـــيرها من العوامل المؤثرة على الاقتصاد السعودي وعلى عملية إعداد خطة التنمية. الأمر الـــذي تحـــتم معه التركيز على العديد من المحاور الهامة لاستراتيجية التنمية بعيدة المدى، و التـــي كـــان مـــن أهمهـــا أن يصبح موضوع الكفاءة الاقتصادية Economic Efficiency هو المهيمـــن علـــى جميع أوجه النشاط الاقتصادي بما يحقق الاستخدام الأمثل للموارد و التحديد السليم للتكاليف و المنافع الحقيقية[23].

و مع توقع أن تشهد أسواق النفط العالمية تطورات تشير إلى اتجاه كل من أسعار النفط و الطلـــب عليه نحو الارتفاع، فإنه من المتوقع أن تشهد كافة القطاعات نمواً إيجابياً بما فيها قطاع النقل و المواصلات، ليصل معدل نموه السنوي في المتوسط إلى 2.9% [24]. و يرجع

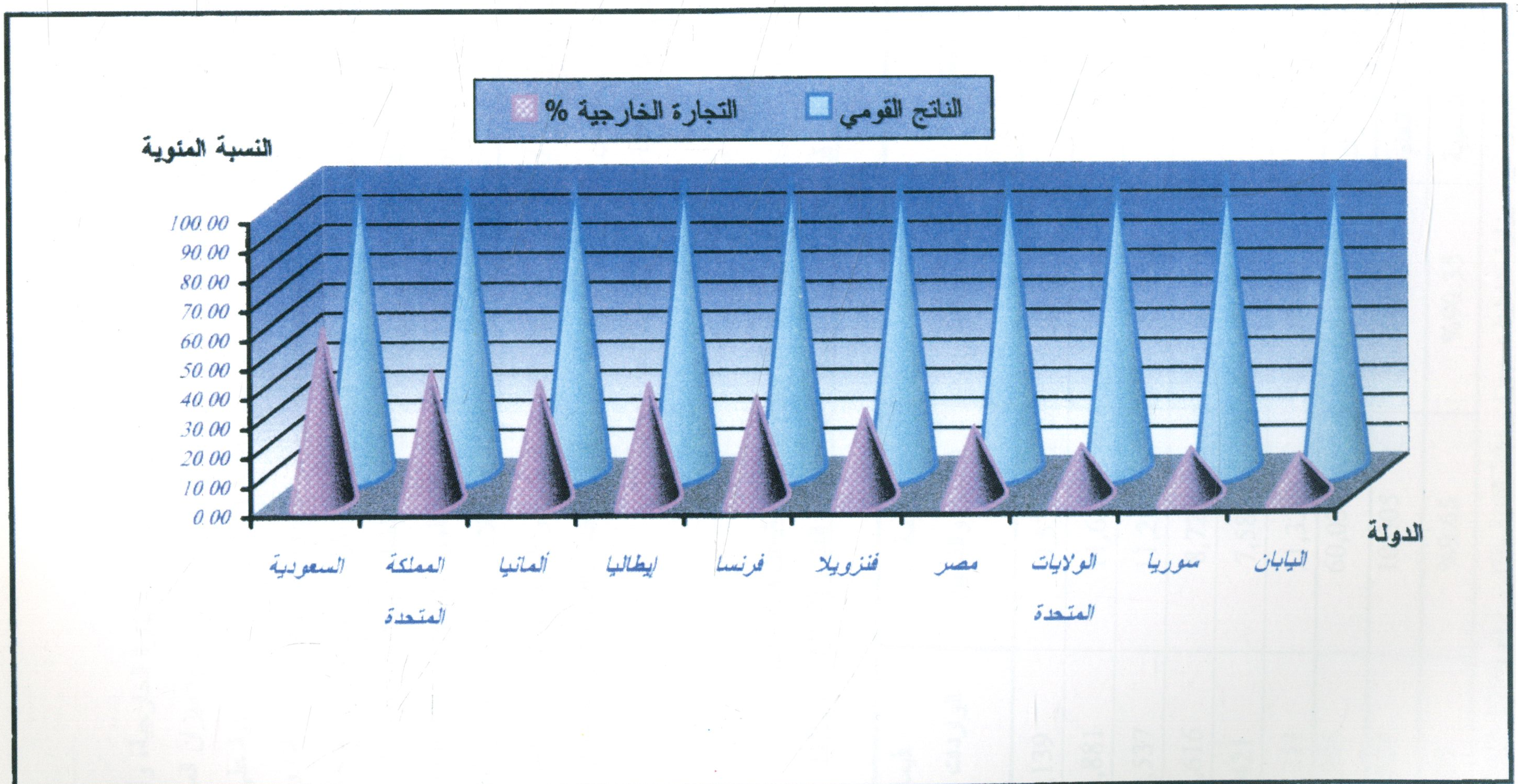
أن تـزداد الفـرص التصديرية للمملكة في مجال البتروكيماويات، و بالتالي تحقيق مزيداً من الاسـتقرار في تجارة المملكة الخارجية، و تخفيف عواقب تقلبات الأسعار النفطية. كما تجدر الإشـارة هـنا إلى أن قرار المملكة بالانضمام إلى الاتفاقية العامة للتجارة الدولية و التعرفة الجمركـية (الجـات)(.General Agreement on Tariffs and Trade (G.A.T.T سـيفتح آفاق جديـدة للصـادرات السـعودية مـن المنتجات البتروكيماوية و يعطيها مجالاً أوسع للمنافسة الدولية.

جدول رقم (3-2) الأهمية النسبية

للتجارة الخارجية بالمملكة و بعض الدول المختارة /عام1995

الدولة	نسبة الصادرات إلى الناتج المحلي %	نسبة الواردات إلى الناتج المحلي %	نسبة مجموع الصادرات و الواردات إلى الناتج المحلي%
المملكة العربية السعودية	37.12	22.42	59.54
المملكة المتحدة	21.90	24.00	45.00
ألمانيا	21.67	19.20	40.87
إيطاليا	21.27	18.95	40.22
فرنسا	18.58	17.18	35.76
فنزويلا	13.97	8.58	31.13
مصر	5.71	19.46	25.17
الولايات المتحدة	8.06	10.68	18.69
سوريا	8.08	9.39	17.47
اليابان	8.60	6.53	15.13

International Monetary Fund: International Financial Statistic Yearbook , 1997.



شكل رقم (3-3) الأهمية النسبية للتجارة الخارجية بالمملكة و بعض الدول المختارة /لعام 1995

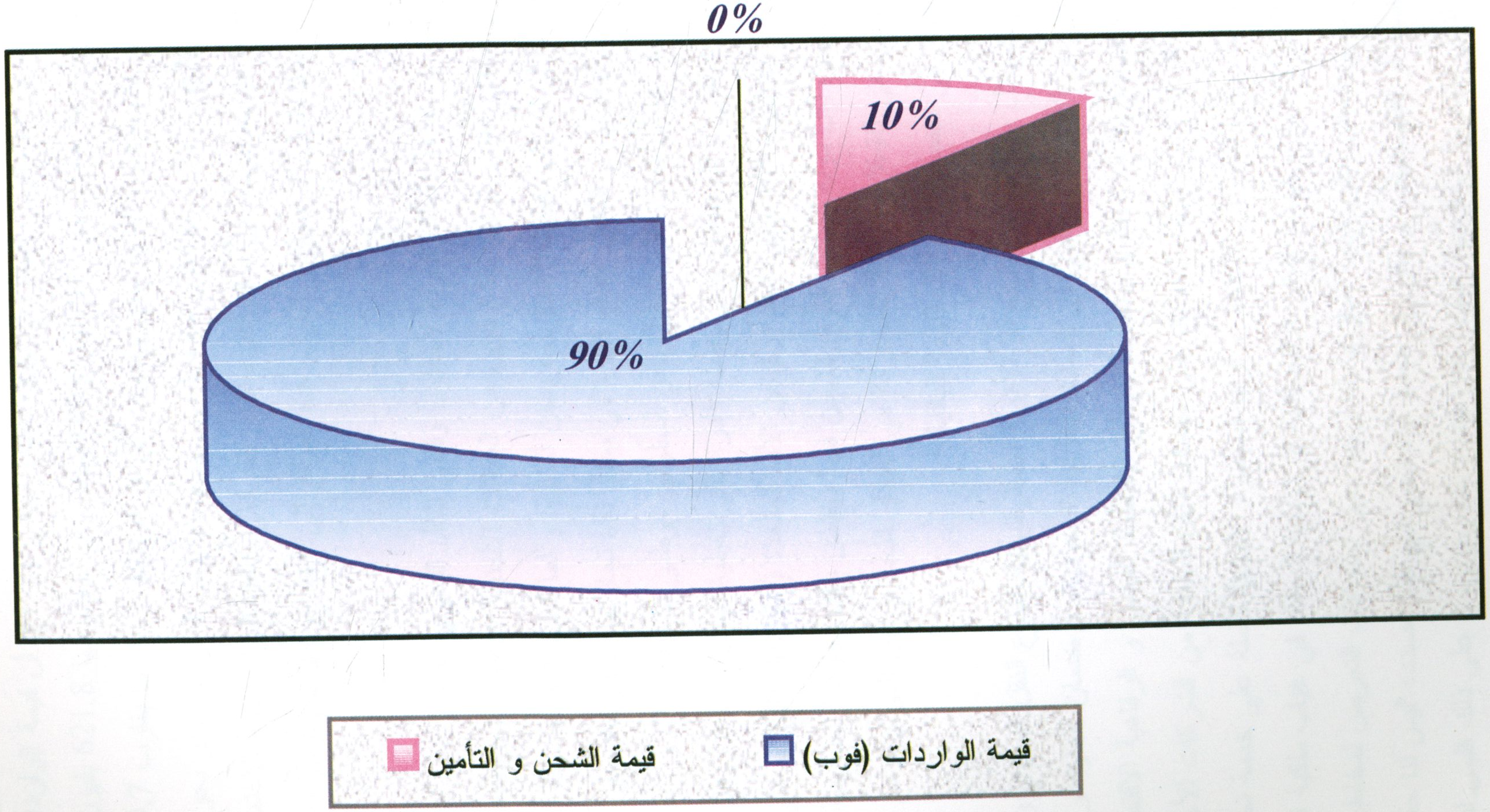
و في ضوء ما تقدم يتضح لنا أهمية النقل البحري لخدمة التجارة الخارجية، والتي هي ركـيزة أساسية للتنمية الاقتصادية. و يتضح أيضاً الضغوط التي يواجهها ميزان المدفوعات السـعودي نتـيجة عجز الحساب الجاري فيه. الأمر الذي يستدعي العمل بجدية على تطوير قطـاع الـنقل البحري لخدمة التجارة، وتسخيره لتحسين وضع ميزان المدفوعات و انحسار عجـز الحسـاب الجاري. و يظهر أثر تطوير الأسطول الوطني على ميزان المدفوعات عن طـريق زيادة الجانب الدائن للميزان الملاحي، و الذي يشتمل على عناصر الخدمات الملاحية Shipping Services الداخلـة ضمن الحسابات غير المنظورة Invisible Accounts من ميزان المدفوعـات. يمـثل الجانـب الدائـن من الميزان الملاحي جميع الإيرادات و المتحصلات Earnings التـي تعـود على الأسطول البحري الوطني و الموانئ و شركات التأمين الوطنية، هـذا فـي حيـن يتضمن الجانب المدين جميع المدفوعات Payments و المصروفات و التي يتقاضاها الأجانب نظير الخدمات الملاحية المقدمة[25].

جدول رقم (3-3) متوسط قيمة الشحن و التأمين

إلى قيمة الواردات (بالمليون ريال) خلال الفترة (1990 - 1995)

السنوات	قيمة الواردات(فوب)	قيمة الشحن والتأمين	قيمة الواردات (سيف)
1990	80,609	9,530	90,139
1991	97,263	11,618	108,881
1992	113,278	11,259	124,537
1993	96,895	8,721	105,616
1994	79,895	7,584	87,421
1995	93,891	11,320	105,211
إجمالي السنوات	561,773	60,032	621,805
المتوسط العام	93,628	10,005	103,634
الأهمية النسبية	%90.35	%9.65	%100

تم حساب الجدول من : وزارة التخطيط : منجزات خطط التنمية حقائق و أرقام (1970-1997) .



شكل رقم (3-4) الأهمية النسبية لتكاليف الشحن و التأمين في قيمة الواردات (سيف)

يتبيـــن مـــن الجـــدول رقـــم (3-3) و الشكل البياني (3-4)، أن قيمة الواردات التي اســتوردتها المملكـــة خلال الفترة (1990-1995) بلغت في مجموعها 621,8 بليون ريال، منها 60 بليون ريال دفعت كأجور شحن وتأمين، أي أن المملكة تتحمل ما يقارب 9.7% من قيمة الواردات كأجور للنقل. فإذا كان متوسط ما يدفع سنوياً لنقل الواردات يقدر بحوالي 10 بلـــيون ريـــال، فإنـــه يتضح أن هناك عبء كبير يقع على كاهل الدولة نتيجة الاعتماد على خدمـــات أســـاطيل النقل الأجنبية، و تسرب هذه المبالغ إلى الخارج بدلاً من توجيهها لصالح اقتصاديات الدولة.

و بـــدون شـــك فإن تملك الدولة لأسطول وطني للنقل البحري يخدم و بكفاءة تجارتها الخارجـــية ســـيعمل علـــى توفير مبالغ كبيرة من العملات الأجنبية Foreign Currency كانت ســـتدفعها فـــيما لو تم نقل تجارتها الخارجية بسفن أجنبية. و لما كانت المملكة دولة مستهلكة لخدمـــة الـــنقل البحري، و تتحمل أعباء كبيرة في سبيل نقل تجارتها الخارجية بسفن أجنبية، فإنـــه من الأنسب لها أن تعمل على تشغيل سفن أسطولها الوطني تشغيلاً أمثلاً، و زيادة حجم الاســـتثمار فـــيه على الأقل بالقدر الذي يجعله قادراً على تغطية نسبتها المحددة وفقاً لمدونة قواعـــد السلوك Code of Conduct الصادرة عن الأمم المتحدة (40-40-20)، و التي تنص علـــى أنـــه يحـــق لكل دولة التمتع بحقوق الشحن فيما يختص بنقل تجارتها الخارجية بنسب متساوية في النقل هي 40% ، و40% للمشاركة في التبادل التجاري بين الدولتين، مع إعطاء طرف ثالث الحق في الحصول على الـــ20% الباقية.

و مـــن خـــلال مـــا تقـــدم يتضح لنا الأهمية الاستراتيجية لقطاع النقل البحري و مدى ضـــرورة تطويـــر الأسطول الوطني في المملكة العربية السعودية، و ضمان حمايته و اتخاذ الإجـــراءات الكفـــيلة بدعمه وتطويره تحقيقاً لصالح الاقتصاد القومي و الرفاهية الاقتصادية والاجتماعـــية. فلـــيس من الخطأ الاعتماد على خدمات النقل المقدمة من الشركات الأجنبية، إنمـــا الخطـــأ يكمن في استمرار الاعتماد و ترك السيطرة الأجنبية كاملة على خدمة تجارتنا الخارجـــية، ســـواء مـــن وجهـــة النظر الاقتصادية أو الأمنية للدولة، في غياب ملكية الدولة لأســـطول وطنـــي قـــادر على خدمة تجارتها الخارجية دون احتمالات التعرض لمخاطر أي ظـــروف سياسية أو اقتصادية. و يقول د. محمد عبد ناجي في هذا الصدد: "ليس لنا حقاً في أن نتصـــور تدفق لتجارتنا الخارجية عموماً دون قطاع نقل بحري، و على ذلك فليس لنا أن تمضي تجارتنا بتدفق يسير ما لم ينهض قطاع النقل البحري الوطني بمهمة لأداء دوره" [26].

ثانياً – الأسطول البحري السعودي

في ضوء الأهمية البالغة التي يحتلها النقل البحري في دفع عجلة التنمية الاقتصادية، أو من خلال دوره في خدمة التجارة الخارجية السعودية رغبت الحكومة السعودية في إيجاد آلية خاصـــة بشئون النقل، فكان أن صدر المرسوم الملكي رقم (149) في 1396/8/28هـ ليعلن ميلاد وكالة وزارة المواصلات لشئون النقل. تتولى وكالة وزارة المواصلات الإشراف على جميع وسائل النقل فيما عدا النقل الجوي. و قد شهد قطاع النقل البحري ازدهاراً كبيراً خلال الـــثلاثة عقـــود الأخيرة، و عاصر مراحل عديدة من التطور على جميع المستويات تمشياً مع النهضـــة الاقتصادية التي شهدتها البلاد، و تمشياً أيضاً مع تطلعات التوسع والتطوير للموانئ و الأســطول الـــبحري و الشـــركات و المؤسسات الملاحية. فقد تعهدت وزارة المواصلات بالإشـــراف علـــى قطـــاع النقل البحري و تنظيمه، و منح تراخيص مزاولة النشاط للشركات الملاحـــية و وكالات السفر. فضلاً عن اتخاذ الإجراءات اللازمة للتحقق من استيفاء شروط السلامة بوسائط النقل، و تدقيق وثائقهـــا، و إثبات ملكيتها و التصرفات التي ترد عليها، و ما يتقرر لها من حقوق، و تنظيم رفع العلم السعودي عليها.

أثمـــر الاهتمام المتزايد بالنقل البحري عن زيادة مطردة في حجم البضائع المناولة من مفـــرغة ومحملـــة بموانـــئ المملكة. و استلزمت هذه الزيادة عملاً دؤوباً لتطوير الأسطول الـــبحري الوطنـــي و تحقـــيق كفـــاءة تشـــغيله، و إدخـــال سفن الحاويات الحديثة و ناقلات البتروكـــيماويات المصـــممة وفق أحدث التقنيات العالمية لتساهم في نقل التجارة البحرية من ناحـــية، و لتواكـــب التغيرات الهيكلية في النقل البحري من ناحية أخرى. فمتطلبات الوضع التنافســـي تجعل الموانئ و قطاع النقل البحري بصفة عامة مضطرة لمواءمة تلك التغيرات. هـــذا إضـــافة إلى سعي الحكومة الســـعودية إلى دعم الشركات المالكة و المشغلة للأسطول الوطني و المقدمة لخدماته.

و مـــن هذا المنطلق، نجد وزارة المواصلات تعيد النظر في هيكلة قطاع النقل البحري الســـعودي، و ذلـــك من خلال تبني سياسات من شأنها المساهمة و النهوض بهذا القطاع، من أهمها [27]:-

- إيجـــاد آلـــية للتنسيق بين مختلف الجهات المعنية بصناعة النقل البحري السعودي لتوحيد الجهود و إزالة المعوقات التي تواجه هذه الصناعة بمختلف أنشطتها.
- رفع مستوى مساهمة القطاع الخاص في تشغيل و تنمية قطاع النقل البحري.

- إعطاء اهتمام أكبر للتدريب البحري و تطوير أساليبه بما يتفق و التطورات الحديثة في هذا المجال.
- رفع كفاءة الإدارة و التشغيل في الشركات الملاحية الوطنية.

و قبل كل ذلك كان الاهتمام بإنشاء و تطوير الموانئ التي تؤدي دورها في خدمة السفن و البضائع المنقولة ليس فقط محلياً إنما إقليمياً و عالمياً. إن مجرد إنشاء أسطول وطني و تطويره ليس كافياً في حد ذاته، إنما يجب أن تتكامل كافة خدمات صناعة النقل البحري في إطار سلسلة واحدة تعمل على تسيير عملية النقل و بكفاءة. و على ذلك كان من الضروري عند العمل على دعم صناعة النقل البحري، و تطوير أداء الأسطول السعودي و تحقيق أمثلية تشغيله أن تتضافر كافة الأنشطة ذات العلاقة بهذه الصناعة، وتعمل بجانب بعضها البعض في سلسلة النقل البحري. و من المهم جداً أن تكون الموانئ و تجهيزاتها مواكبة للتطورات الحديثة و الهائلة في الصناعة البحرية و المستلزمة للتطور المقابل في وظائف الموانئ، لتتحول هذه الموانئ من موانئ إقليمية Regional Ports إلى موانئ محورية Hub Ports في ظل الثورة التكنولوجية السائدة و الاتجاه المكثف نحو التحوية Containerization و ما تبعه من ظهور النقل متعدد الوسائط.

و قد كان سعي الدولة الدؤوب للنهوض بأسطولها الوطني مقروناً بمنح الموانئ أهمية كبرى باعتبارها مظهراً حضارياً، و واجهة لكل قادم إلى أرض البلاد، و نقطة عبور صادرات المملكة ووارداتها، و اعتباراً لكون كفاءة تشغيل الموانئ و إنتاجيتها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بدرجة كفاءة تشغيل الأسطول الوطني. كان الاهتمام أيضاً بخصخصة أنشطة الموانئ كأساس لتطوير و تنمية القدرة التشغيلية للموانئ، و ذلك في إطار إشراف عام من الدولة. كما تم ربط الموانئ بشبكة حديثة من الطرق لتساهم في سهولة و سرعة نقل السلع و البضائع من مختلف دول العالم إلى المملكة و العكس. فالموانئ المتطورة تعد مصدراً أساسياً في عائدات الدولة، حيث يصل العائد من الأنشطة المصاحبة لأعمال الميناء أضعاف ما تحققه الخدمات التقليدية لموانئ مثل: هامبورج، هونج كونج، روتردام و جبل علي، لتصل نسبة عوائد الأنشطة المساندة إلى 1/20 من عوائد الخدمات التقليدية للميناء [28].

جاء تطور البترول في المنطقة الشرقية ليبرر ضرورة إنشاء الموانئ الخاصة بتصديره لنقله عبر تلك الموانئ حاملاً الطاقة إلى شرايين الصناعة في الدول النامية و المتقدمة على حد سواء [29]. كان ميناء رأس تنورة أول ميناء ينشأ لغرض تصدير البترول تلاه مينائي الخفجي و سعود في المنطقة المحايدة بين المملكة و الكويت. بعد ذلك بدء

بـــتطوير الموانئ القديمة ذات العراقة التاريخية و الأهمية الاستراتيجية، فأصبح هناك ثمانية موانـــئ رئيســـية، إضافة إلى خمسة عشر ميناء فرعي. و الموانئ الرئيســـية بالمملكة منها ســـتة موانئ تجارية و ميناءان صناعيان، هذه الموانئ هي:-

1- ميناء جدة الإسلامي JEDDAH ISLSMIC PORT

2- ميناء الملك عبد العزيز بالدمام KING ABDULAZIZ PORT, DAMAM

3- ميناء الجبيل التجاري JUBAIL COMERCIAL PORT

4- ميناء ينبع التجاري YANBU COMERCIAL PORT

5- ميناء جازان GAZAN PORT

6- ميناء ضبا DIBA PORT

7- ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل KING FAHD INDUSTRIAL PORT, JUBAIL

8- ميناء الملك فهد الصناعي بينبع KING FAHD INDUSTRIAL PORT, YANBU

و فـــي يونـــيو1977 تم دمج الموانئ الرئيسية تحت الرئاسة الموحدة للمؤسسة العامة للموانـــئ، ليـــناط بها مســـئولية تشغيل الموانئ و تحديثها و الإشراف على سياستها، لتحقق الديناميكـــية فـــي التشغيل لمعظم برامج التنفيذ الإداري و التشغيل بصورة لم تحقق مثلها أي هيـــئـــة بحـــرية أخرى في مجال الملاحـــة العربية في العالم[30]. انعكس الاهتمام بالموانئ بوضـــوح على عدد الأرصفة في الموانئ السعودية، فارتفع من 27 رصيفاً في عام 1975 و إلى 75 رصيفاً في 1978، ليصل في عام 1988 إلى 174 رصيفاً، لتشكل حوالي 30% من إجمالـــي أرصـــفة موانئ الخليج العربي و البحر الأحمر و البالغة 579 رصيفاً[31]. و مع الاســـتمرار في التوسع والإنجازات في سبيل تشجيع صناعة النقل البحري والنهوض بها، و اســـتغلال طاقـــات الموانئ استغلالاً أمثلاً. وصل عدد الأرصفة بالموانئ السعودية إلى 183 رصـــيفاً في عام 1996،منها 173 رصيفاً بالموانئ التجارية، 46 رصيفاً بالموانئ الصناعية. و تشـــكل أرصـــفة الموانـــئ الســـعودية بذلك أكبر شبكة موانئ في منطقة الشرق الأوسط. يوضح الجدول السابق رقم (3-4) ذلك التطور الذي شهدته الموانئ السعودية من حيث زيادة عـــدد الأرصـــفة، و الارتفـــاع الملحوظ في طاقة تلك الموانئ. و يمثل الشكل البياني (3-5) زيـــادة الأرصـــفة المتاحة بالموانئ السعودية، بينما يمثل الشكل (3-6) طاقة الموانئ لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997).

انعكس التطور الملحوظ الذي شهدته الموانئ السعودية أيضاً في صورة زيادة واضحة ســـواء مـــن حيـــث حجـــم البضائع أو عدد السفن الواصلة إلى تلك الموانئ . فقد ارتفعت

الــواردات المــنقولة بحــراً إلى المملكة العربية السعودية من 20.76 مليون طن تقريباً عام 1990 لتصــل إلــى 28.10 ملــيون طــن في 1997. كما و حظيت الصادرات السعودية المــنقولة عبر موانئ المملكة بزيادة ملحوظة، فقد سجلت الصادرات ما مقداره 47.36 مليون تقريــباً فــي 1990، لتصل إلى ما يقارب 60.68 مليون في 1997. و على ذلك نقول بأن حجــم البضــائع التــي تمت مناولتها في موانئ المملكة الرئيسية ارتفع في عام 1997 بنسبة 30.28% تقريباً[32].

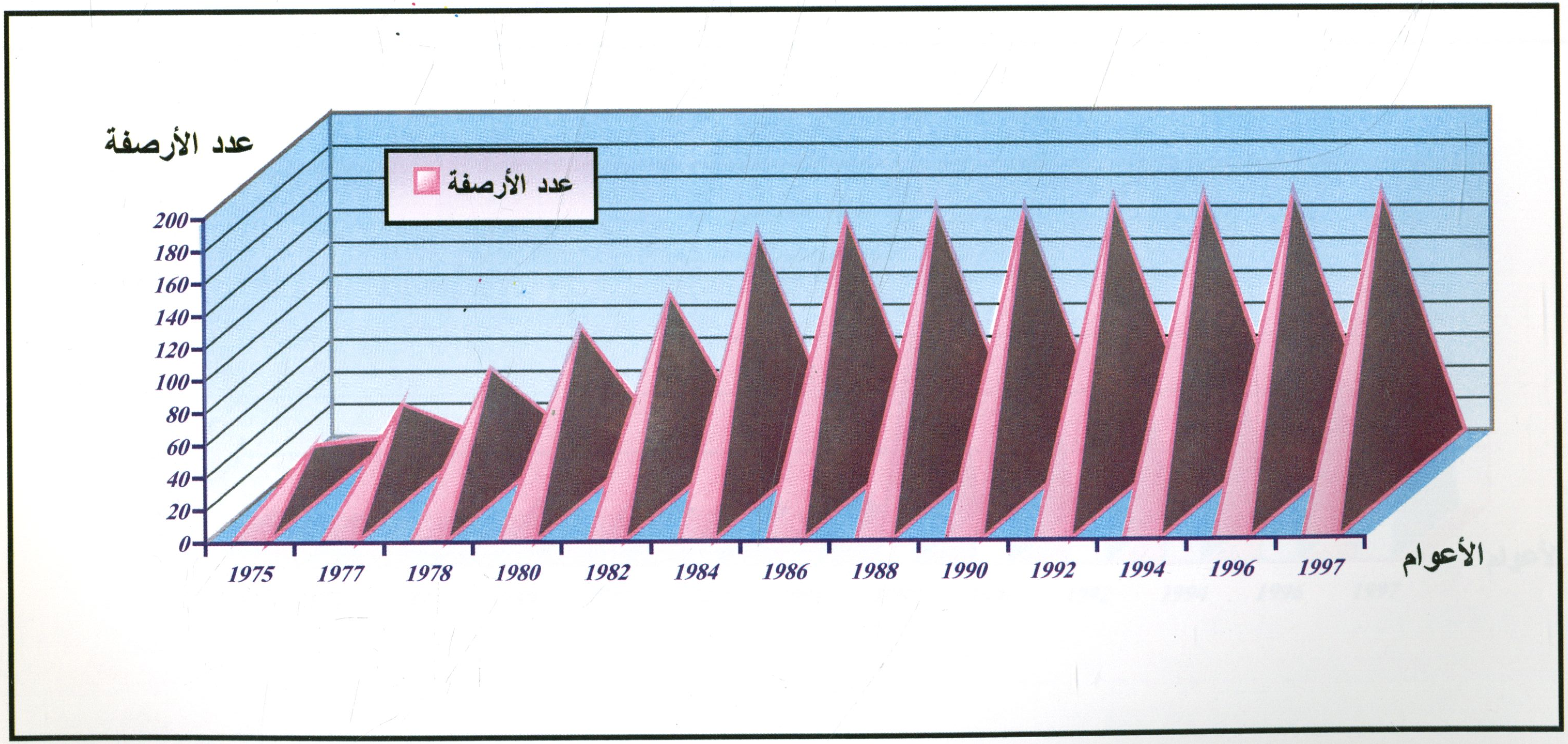
جدول رقم (3-4) عدد الأرصفة

و طاقة الموانئ الرئيسية بالمملكة لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)


الأعوام	عدد الأرصفة	طاقة الموانئ (ألف طن)
1975	27	6102
1977	53	17850
1978	75	21530
1980	101	37800
1982	121	46700
1984	159	48800
1986	168	52000
1988	174	245000
1990	174	245000
1992	179	251000
1994	182	252200
1996	183	252200
1997	183	252200

وزارة التخطيط : - منجزات خطط التنمية -حقائق و أرقام (1390- 1402) .

- منجزات خطط التنمية -حقائق و أرقام (1970-1997) .



شكل رقم (3-5) عدد أرصفة الموانئ السعودية لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)



شكل رقم (3-6) تطور طاقة الموانئ السعودية لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)


و كمـــا يلاحــظ مـــن بيانات الجدول رقم (3-5) و الشكل البياني (3-7)، أن الموانئ الصـــناعية تســتأثر بالنصـــيب الأكبر من نسبة البضائع المناولة، حيث يتم من خلالها مناولة 65.4% مـــن إجمالي البضائع المناولة في الموانئ الرئيسية بالمملكة، الأمر الذي يؤكد أهمية الموانـــئ الصـــناعية في خدمة التجارة الخارجية للمملكة خاصة في مجال التصدير. فمينائي الملـــك فهـــد بالجبيل و ينبع ينقلا وحدهما حوالي 89% من إجمالي الصادرات المنقولة بحراً مـــن المملكـــة. أمـــا فـــي مجال الواردات، فإن ميناء جده الإسلامي يتصدر قائمة الموانئ الســعودية ســـواء من حيث حجم البضائع المفرغة، أو عدد السفن الواصلة. تصل مساهمة ميـــناء جـــدة الإســـلامي إلى 58.85% من إجمالي البضائع المستوردة أو المفرغة بالموانئ الـــتجارية، 49.99% مـــن إجمالي المفرغ بالموانئ التجارية و الصناعية. يأتي ميناء الملك عـــبد العزيـــز بالدمـــام في المرتبة الثانية فيما يخص البضائع المفرغة،يليه ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل.

جدول رقم (3-5) البضائع المفرغة و المحملة

لعام 1997 بالطن الساكن في الموانئ الرئيسية بالمملكة

الموانـــئ	البضائـــع المفرغـــة	البضائـــع المحملة	إجمالي البضائع المناولة
ميناء جدة الإسلامي	14,049,149	3,052,629	17,101,778
ميناء الملك عبد العزيز بالدمام	7,296,058	2,773,353	10,069,411
ميناء الجبيل التجاري	1,341,083	840,483	2,181,566
ميناء ينبع التجاري	1,055,750	10,977	1,066,727
ميناء جازان	160,798	10,185	170,983
ميناء ضبا	79,987	42,456	122,443
إجمالي الموانئ التجارية	**23,982,825**	**6,730,083**	**30,712,908**
ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل	3,493,624	25,527,012	29,020,636
ميناء الملك فهد الصناعي بينبع	624,690	28,427,672	29,052,362
إجمالي الموانئ الصناعية	**4,118,314**	**53,954,684**	**58,072,998**
المجموع	**28,101,139**	**60,684,767**	**88,785,906**

Kingdom of Saudi Arabia Ports Authority: Annual Statistics, 1997.



شكل رقم (3-7) نسبة البضائع المفرغة بموانئ المملكة الرئيسية

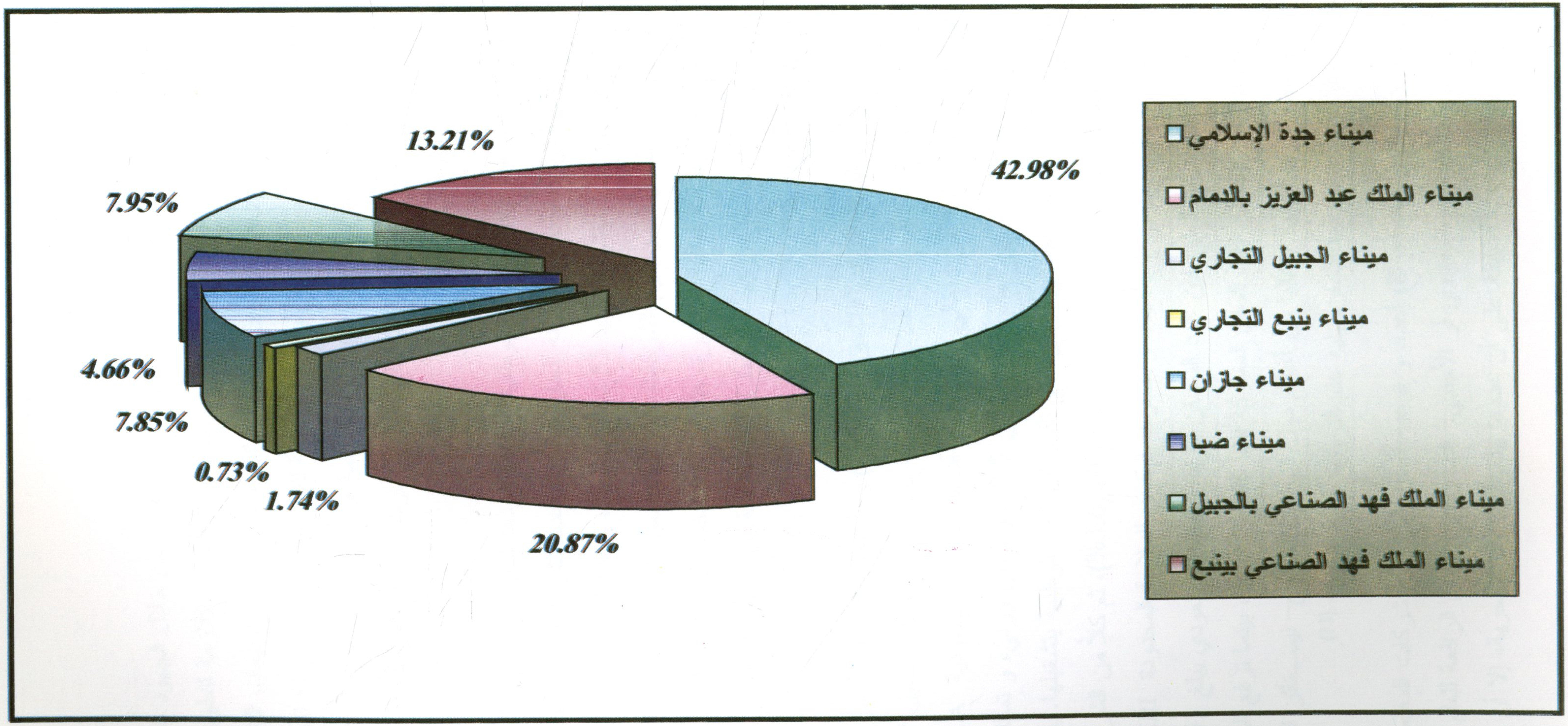
ازداد عـــدد الســـفن الواصلة إلى الموانئ السعودية محملة/مفرغة من 6351 سفينة في عام 1990، لتصل إلى 10719 سفينة في 1997. و يتضح لنا من بيانات الجدول (3-6) و الشـــكل (3-8) أن عدد السفن الواصلة إلى ميناء جده الإسلامي بلغت ما نسبته 42.12 % من إجمالي عدد السفن الواصلة إلى الموانئ الرئيسية، و هو بذلك يستأثر بالنصيب الأكبر من حيــث عـــدد الســـفن، يليه ميناء الملك عبد العزيز بالدمام (20.45 %)، ثم ميناء الملك فهد الصـــناعي بينبع (12.95 %). و يتضح أيضاً أن الموانئ التجارية تحظى بما نسبته 77.26 % مـــن إجمالـــي عدد السفن الواصلة إلى موانئ المملكة الرئيسية، في حين يمثل عدد السفن الواصلة إلى الموانئ الصناعية 22.74 % منها.

جدول رقم (3-6) عدد السفن الواصلة

إلى موانئ المملكة (مفرغة / محملة) خلال عام 1997

المــوانــــئ	عدد السفن المفرغة	عدد السفن المحملة	إجمالي عدد السفن	النسبة المئوية%
ميناء جدة الإسلامي	4314	201	4515	42.12
ميناء الملك عبد العزيز بالدمام	2079	113	2192	20.45
ميناء الجبيل التجاري	129	54	183	1.71
ميناء ينبع التجاري	71	6	77	0.72
ميناء جازان	780	44	824	7.69
ميناء ضبا	490	-	490	4.57
إجمالي الموانئ التجارية	**7863**	**418**	**8281**	**77.26**
ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل	72	978	1050	9.79
ميناء الملك فهد التجاري بينبع	132	1256	1388	2.95
إجمالي الموانئ الصناعية	204	2234	2438	22.74
الإجمالي	**8067**	**2652**	**10719**	**%100**

Kingdom of Saudi Arabia Ports Authority: Annual Statistics, 1997.



شكل (3–8) عدد السفن الواصلة لموانئ المملكة الرئيسية محملة / مفرغة

أعطت المملكــة اهتماماً خاصاً لصناعة النقل البحري من خلال الجهود المتواصلة في إعطــاء أولويــات لمشــاريع النقل البحري، و تخصيص الأموال اللازمة لتطوير الموانئ و وســائل الشــحن و التفريغ، و تكوين الإطارات الكفؤة القادرة على استيعاب التقنية الحديثة. هــذا فضــلاً عن تأسيسها للشركة السعودية الوطنية للنقل البحري The National Shipping Company of Saudi Arabia (NSCSA)، و المســاهمة في تأسيس عدد من الشركات الملاحية علــى المستوى الإقليمي و العربي، اقتناعاً بأهمية المشاركة إقليمياً و عربياً لمواجهة التكتلات الأجنبية المنافسة في النقل البحري.

اســتطاعت الشركات الملاحية الوطنية إثبات وجودها نسبياً في السوق الملاحي، رغم تدنــي مساهمتها في خدمة تجارة الدولة الخارجية. بلغ عدد الشركات و المنشآت العاملة في القطــاع الــبحري 133 منشــأة، منها 55 شركة ملاحية، و 69 شركة وكالات بحرية، و 9 منشآت للفحص و المعاينة. و تقوم الشركات الملاحية بتشغيل 392 وحدة بحرية، تمتلك منها 308 وحــدة، و الوحدات الباقية مستأجرة. هذا و تستأثر خمس من كبرى الشركات الملاحية السعودية بنســبة 50.26% من إجمالي عدد السفن المشغلة، بينما تقوم الخمسين شركة الباقية بتشغيل 49.74% منها.

و يتضح من الشكل البياني اللاحق رقم (3–9) و الجدول (3–7)، أن شركة "أرامكو" ARAMCO تتصدر قائمة الشركات الملاحية بالمملكة حيث تقوم الشركة بتشغيل 117 سفينة، تشــكل بها حوالي 29.8% من إجمالي عدد السفن. أما شركة "فيلا" السعودية VELA فتعتبر مالكة لأكبر أسطول ناقلات في العالم يقدر بحوالي 7.5 مليون طن وزني، و تمتلك 40 ناقلة أي مــا نسبته 10.2% من إجمالي السفن التي تقوم الشركات الوطنية بتشغيلها. يليهما بنسب مــتقاربة الشــركة الوطنية لنقل البتروكيماويات NCC (3.6%)، ثم كلاً من الشركة الوطنية الســـعودية للــنقل البحري NSCSA، و شــركة البكري للملاحة المحدودة BAKRI (3.3 %). أما فيما يخص دولة العلم، فإن عدد الســفن الرافعة للعلم الســعودي يبلغ 253 سفينة، تشــكل 64.5% من إجمالي عدد السفن المملوكة للشركات السعودية، بينما ترفع السفن الباقية (35.5%) أعلام لدول أجنبية –غالباً من أعلام دول التسجيل المفتوح– ليســتأثر العلم البنمي بنسبة 13.5% من إجمالي عدد السفن، يليه علم النرويج بنسبة 3.3% [33].

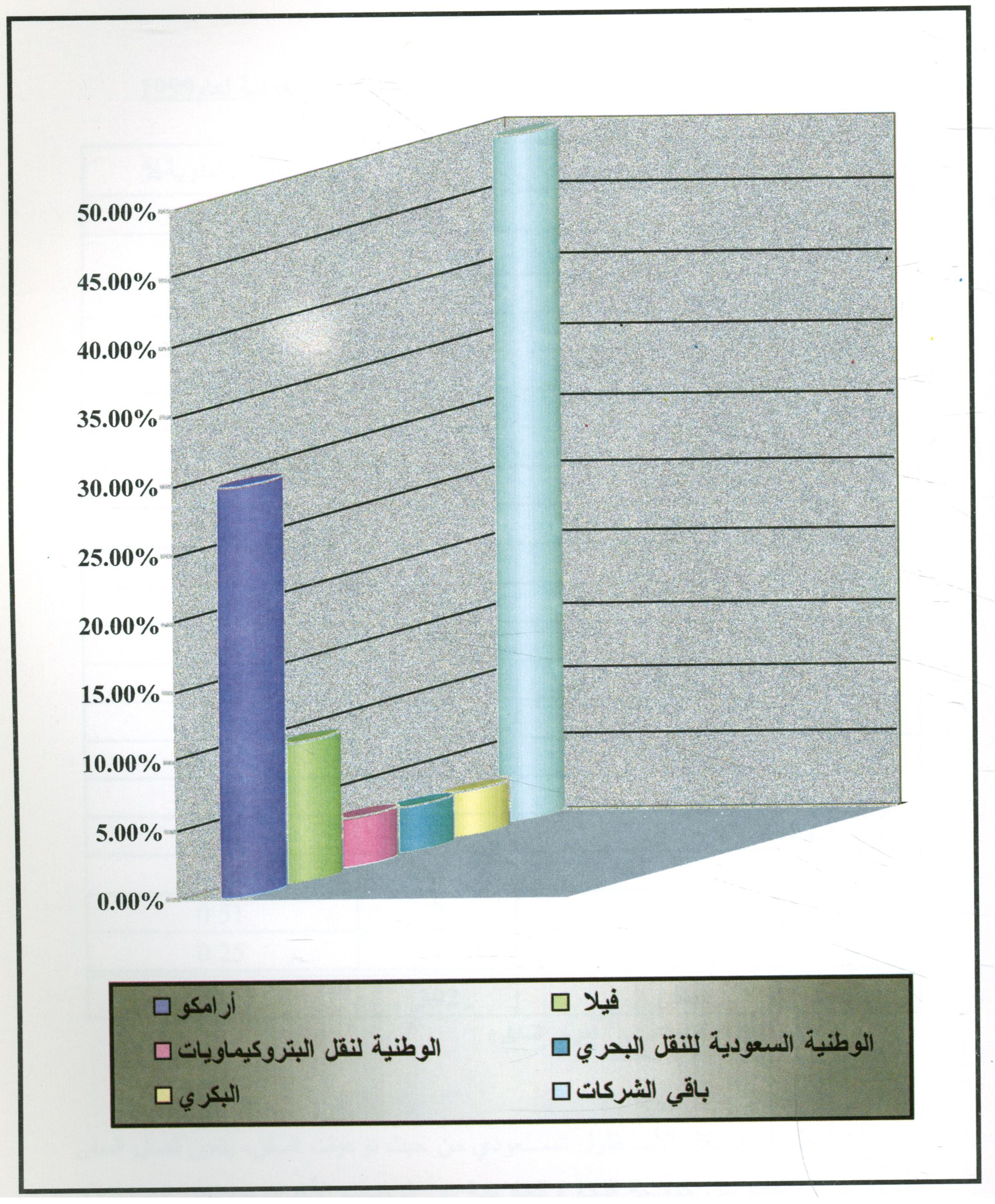
و يبيــن الجدول رقم (3–8) أعداد و نوعية السفن التي تقوم شركات الملاحة الوطنية بتشغيلها سواء الحاملة للعلم السعودي أو الأجنبي. فيما يخص السفن الرافعة للعلم السعودي، و إن دلــت الإحصــائيات السابقة على أن عددها يبلغ 253 وحدة بحرية، إلا أن إحصائيات

وزارة المواصلات السعودية تصرح بأنه يبلغ 249 سفينة أي بفارق 4 سفن. أما إحصائيات دليل الملاحة العربية Arab Shipping Gaide فتعطي رقماً أقل بكثير، حيث توضح بأن عدد سفن الأسطول السعودي تبلغ 72 سفينة، كما و تقدم هيئة "اللويدز" إحصائيات مخالفة. و قد يرجع السبب في تلك الاختلافات الواضحة إلى اختلاف طرق تصنيف السفن، و تعدد مصادر المعلومات وغياب التنسيق بين الجهات المختلفة فيما يتعلق بطرق التصنيف. فدليل الملاحة العربية لا يدخل سفن الصيد و الوحدات البحرية الصغيرة و سفن النزهة و السياحة في الاعتبار، بل و حتى سفن الخدمات، مقتصراً هيكل الأسطول البحري على تلك السفن المخصصة للأغراض التجارية. هذا بينما نجد أن هيئة "اللويدز" تستبعد سفن الصيد و الوحدات البحرية الصغيرة، و تبقي على السفن الكبيرة لصيد الأسماك و وحدات الخدمات البحرية المختلفة. أما بالنسبة لإحصاءات وزارة المواصلات فنجدها تدخل جميع تلك الوحدات في حساباتها للسفن، و تعتبرها ضمن الوحدات البحرية المشكلة للأسطول السعودي.

جدول رقم (3-7) نصيب كبرى شركات الملاحة الوطنية من إجمالي عدد السفن

اسم الشركة	عدد السفن	النسبة المئوية%
شركة أرامكو ARAMCO	117	29.8
شركة فيلا البحرية العالمية VELA	40	10.2
الشركة الوطنية لنقل البتروكيماويات NCC	14	3.6
الشركة الوطنية السعودية للنقل البحري NSCSA	13	3.3
شركة البكري للملاحة المحدودة BAKRI	13	3.3
مجموع الخمس شركات	**197**	**% 50.3**
باقي الشركات السعودية	195	% 49.7
الإجمالي	**392**	**% 100**

- الطويل للاستشارات الإدارية و التدريب : مختصر دراسة وضع استراتيجية لإحلال القوى البشرية السعودية في مؤسسات و شركات قطاع النقل البحري ، 1999.



شكل رقم (3-9) نصيب كبرى شركات الملاحة الوطنية من إجمالي عدد السفن

جدول رقم (3-8) عدد و نوعيات سفن شركات الملاحة السعودية لعام1999

نوع السفن	العدد	النسبة المئوية%
ناقلات بترول خام	31	7.91
ناقلات بترول مكرر	20	5.10
ناقلات بتروكيماويات	25	6.38
سفن تنقيب /بترول	7	1.79
سفن ركاب	22	5.61
بضائع عامة	5	1.28
رو-رو / و حاويات	12	3.06
ثلاجات	2	0.51
تموين وقود	13	3.32
تموين مياه	2	0.51
خدمات	104	26.53
مواشي حية	13	3.32
حفارات / كراكات	5	1.28
قاطرات	60	15.31
تموين أغذية	15	3.83
وحدات غوص ترفيهي وسياحة بحرية	15	3.83
صيد أسماك كبيرة	34	8.67
قوارب إنقاذ بحري	4	1.00
لنشات	2	0.51
منصة استقبال المواد السائبة الصلبة	1	0.25
إجمالي السفن	**392**	**%100**

- الطويل للاستشارات الإدارية و التدريب : المرجع السابق .

و لتحليل هيكل الأسطول السعودي من حيث نوعيات السفن، يتعين فصل السفن المخصصة لغرض خدمة التجارة الخارجية عن الوحدات الأخرى من سفن الخدمات و الصيد و النزهة. و يمثل الجدول (3-9) هيكل الأسطول السعودي بجميع وحداته ليكون 249 وحدة بحرية، تشكل فيها سفن النزهة النسبة الأكبر من إجمالي عدد السفن، يليها سفن القاطرات، ثم سفن الصيد. أما إذا ما قصرنا سفن الأسطول على تلك السفن القائمة على خدمة التجارة الخارجية، كما في الجدول رقم (3-10)، فإن ناقلات البترول و منتجاته

تستحوذ على النصيب الأكبر سواء من حيث عدد السفن (41.55%)، أو من حيث الحمولة (33.95%). فمن حيث عدد السفن، تأتي سفن البضائع العامة في المرتبة الثانية بنسبة 27.27%، تليها سفن الركاب و سفن الرو-رو و ذلك بنسبة 10.4% لكل منهما. أما من حيث حمولة السفن، فتحتل سفن الرو-رو المركز الثاني لسفن الأسطول السعودي، لتشكل 23.63% من إجمالي الحمولة، يتبعها سفن البضائع العامة بنسبة 18%، فسفن الحاويات بنسبة 12%.

جدول رقم (3-9) هيكل الأسطول البحري السعودي في عام1999

نوع السفن	العدد	الحمولة الساكنة
ناقلات بترول	22	297,753.63
ناقلات كيماويات	5	43,383.85
ناقلات البتروكيماويات	4	68,122.00
ناقلات وقود	1	1,682.00
سفن بضائع عامة	21	217,900.52
حاويات	4	148,012.80
رو/رو	8	285,967.72
سفن مواد سائبة	1	12,988.80
سفن المواشي	3	99,097.00
سفن الركاب	8	35,393.64
سفن الصيد	23	4,384.63
سفن النزهة	83	4,183.34
القاطرات	41	9,668.49
الحفارات	2	7,234.45
مكافحة الحريق	2	1,168.00
سفن التموين/الخدمة/اللنشات	14	1,214.12
سفن المخلفات	1	578.45
سفن الإرساء/الصنادل/الحوامات	3	827.79
ناقلات المياه	1	986.44
الرافعات	2	3,027.16
إجمالي سفن الأسطول	**249**	**1,243,574.83**

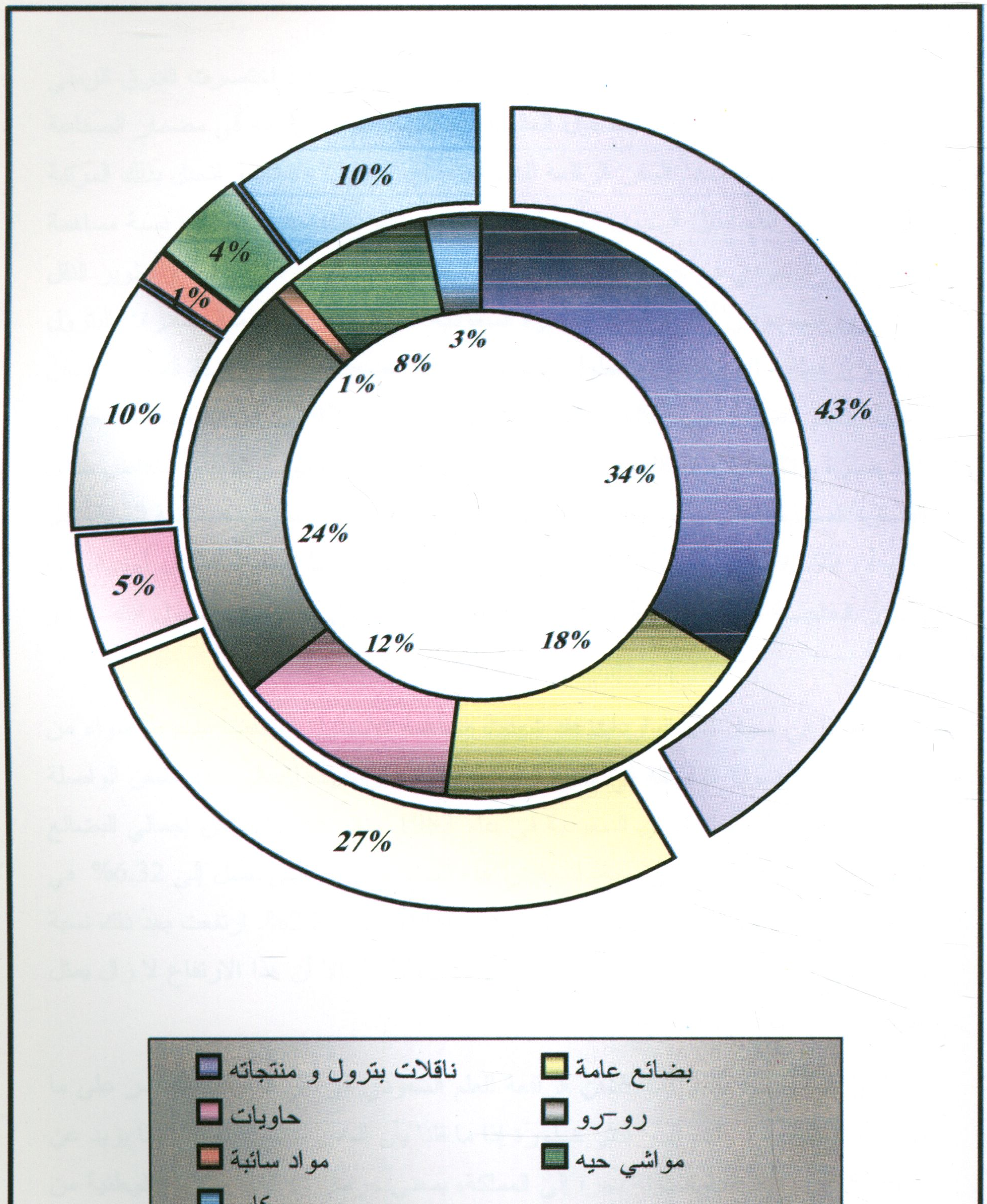
وزارة المواصلات – الإدارة العامة للملاحة البحرية ، 1419هـ .

جدول رقم (3-10) سفن الأسطول السعودي المخصصة لخدمة التجارة الخارجية

نوع السفن	العدد	النسبة المئوية	الحمولة	النسبة المئوية
ناقلات بترول	22	28.57	297,753.63	24.60
ناقلات كيماويات	5	6.49	43,383.85	3.58
ناقلات بتروكيماويات	4	5.19	68,122.00	5.63
ناقلات وقود	1	1.30	1,682.00	0.14
إجمالي	32	41.55	410,941.48	33.95
سفن بضائع عامة	21	27.27	217,900.52	18.00
حاويات	4	5.19	148,012.80	12.23
رو-رو	8	10.40	285,967.72	23.63
سفن مواد سائبة	1	1.30	12,988.80	1.07
سفن مواشي حية	3	3.89	99,097.00	8.19
سفن ركاب	8	10.40	35,393.64	2.92
المجموع	77	**%100**	**1,210,301.90**	**%100**

وزارة المواصلات - الإدارة العامة للملاحة البحرية ، 1419هـ .

هـذا و يوضـح الشـكل رقم (3-10) التوزيع النسبي السابق لنوعيات السفن المختلفة المشـكلة لهـيكل الأسطول السعودي، بحيث يمثل الإطار الخارجي للرسم النسب التي يشكلها كل نوع من أنواع السفن وفقاً للعدد، بينما يعكس الإطار الخارجي التوزيع النسبي للسفن وفقاً للحمولة.



شكل رقم (3-10) توزيع السفن السعودية حسب نوعياتها من حيث الحمولة و عدد السفن

لم تدخل المملكة مجال النقل البحري إلا حديثاً، و مع ذلك فقد اختصرت الفارق الزمني الـذي يفصـلها عـن دول الأساطيل العالمية، فخطت خطوات واسعة في مضمار الصناعة الـبحرية، ليصـل عـدد السفن الرافعة للعلم السعودي إلى320 سفينة، و لتحتل بذلك المرتبة الأولـى بيـن أسـاطيل الـدول العربية، و إن كان هناك انخفاضاً واضحاً في نسبة مساهمة الأسـطول السعودي في خدمة تجارة الدولة الخارجية. ففي تقرير عن دراسة و تطوير النقل الـبحري السـعودي[34]، تم تحليل التجارة السعودية المنقولة بحراً متضمنة صادرات البترول الخـام و الطاقة الاستيعابية للأسطول السعودي، و قد اتضح منها زيادة نسبة المنقول بالسفن الحاملة للعلم السعودي من 2%في 1980، و إلى 10.3%في 1992، أي أنه تضاعف حوالي 5.5 مـرة خلال الفترة (1980–1992). و تتأرجح تلك النسبة بين ارتفاع و انخفاض خلال الفـترة السـابقة، لتشكل نسبة المساهمة في المتوسط 7.08%، وهي نسبة متدنية للغاية، تدل على أن 92.92% من صادرات المملكة و وارداتها تخضع لسيطرة شركات نقل أجنبية، مما يـبرز الحاجـة الملحـة لـتطوير ورفع مساهمة الأسطول إلى المستوى المقبول اقتصادياً و سياسياً.

أمـا في مجال نقل الواردات فقد شهدت مساهمة الأسطول انخفاضاً ملحوظاً سواء من حيـث حجم الحمولة المفرغة في الموانئ السعودية، أو من حيث إجمالي عدد السفن الواصلة إلى تلك الموانئ. قامت السفن السعودية في عام 1983 بنقل 13.46% من إجمالي البضائع المفـرغة بموانئ المملكة الرئيسية، لتنخفض هذه النسبة تدريجياً حتى تصل إلى 6.32% في 1990، و تـتدنى إلـى أقل مستوى لها في عام 1994 لتبلغ 2.8%. ارتفعت بعد ذلك نسبة مسـاهمة الأسـطول لتصـل فـي 1997 إلى 3.8% [35]، إلا أن هذا الارتفاع لا زال يمثل مساهمة دون المستوى المطلوب.

و إذا كانـت مسـاهمة السفن الرافعة للعلم السعودي في نقل الواردات تقتصر على ما نسـبته 3.8%، فالموقف يبدو أكثر خطورة إذا ما قلنا بأن السفن الأجنبية تستأثر بما يزيد عن 96.2% مـن البضاعة المقولة بحراً إلى المملكة، بمعنى حرمان شركات الملاحة الوطنية من حـق الانـتفاع بـأجور الشـحن التـي كان من الممكن الحصول عليها في حالة نقلها لتلك الـواردات. و كما يتضح من الجدول رقم (3–11)، فإن دول أعلام التسجيل المفتوح تستأثر بالنصـيب الأوفـر من البضائع المفرغة بالموانئ السعودية، إذ تنقل أهم خمس دول منها ما نسـبته 40.5% من تلك البضاعة.

و يتضـــح لـــنا أكثر مدى ضعف مساهمة سفن الأسطول السعودي، إذا ما ذكرنا بأن إحـــدى دول التســـجيل المفـــتوح -قبرص مثلاً- تستأثر بنسبة 11.7 % من إجمالي البضائع المفـــرغة فـــي الموانئ السعودية، بل و أن أقل تلك الخمس دول مساهمة أي بهاماس تنقل ما يفـــوق النسبة التي ينقلها الأسطول السعودي. كما و يوضح الجدول نصيب أكبر عشر دول مســـاهمة في نقل واردات المملكة و الذي يصل إلى 30.85% من إجمالي الواردات المنقولة بحراً.

تتصـــدر المملكـــة قائمـــة دول أعلام الملائمة و أكبر عشرة دول من حيث عدد السفن الواصـــلة إلـــى الموانـــئ السعودية مفرغة كانت أم محملة خلال عام 1997، كما يتضح من الجـــدول، ليصل عدد السفن إلى 1489 سفينة مشكلة 13.89% من إجمالي عدد السفن. هذا بيـــنما يصل عدد السفن الرافعة للعلم البنمي 1150 سفينة أي ما نسبته 10.54% من إجمالي عدد السفن، يليها ليبيريا 548 سفينة، ثم قبرص 462 سفينة. و يرجع ارتفاع مساهمة السفن الســـعودية من حيث العدد على نقيض مساهمتها من حيث حجم البضائع المفرغة إلى سببين: أولهمـــا يتمـــثل في الارتفاع النسبي لمساهمة السفن الرافعة للعلم السعودي في نقل صادرات المملكـــة مـــن البترول و مشتقاته، حيث تقوم 634 سفينة سعودية بنقل الصادرات لتمثل بذلك 23.9% مـــن إجمالـــي عـــدد السفن المحملة من الموانئ السعودية و البالغ 2652 سفينة. و السبب الثاني يتمثل في كون معظم السفن السعودية هي من ذوات الحجم الصغير نسبياً.

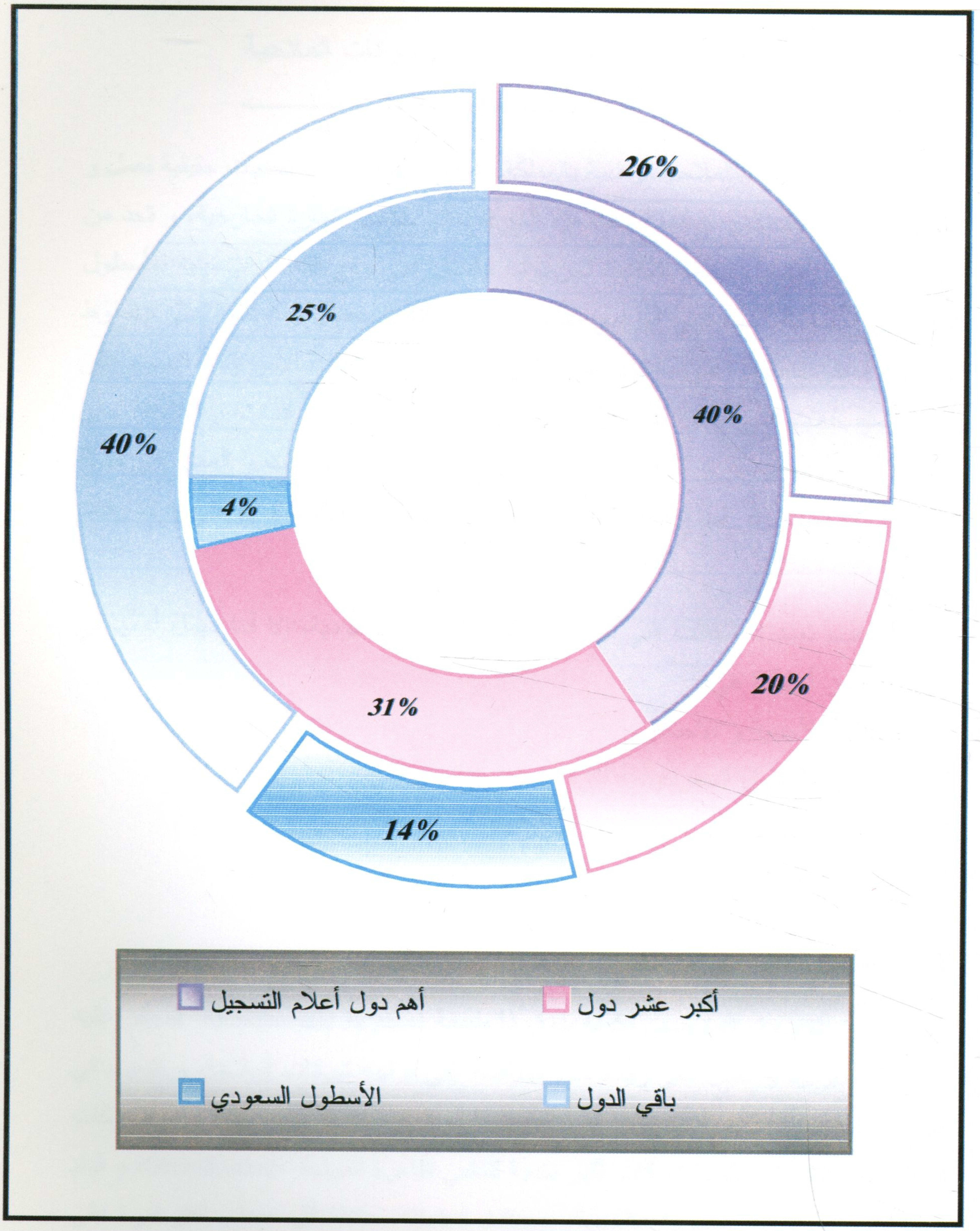
و يمـــثل الشـــكل (3-11) بـــيانات الجدولين التاليين، ليوضح نسبة مساهمة الأسطول السعودي مقارنة بأهم دول أعلام التسجيل، و بأهم عشر دول تعمل على خدمة تجارة المملكة الخارجية. يعكس الإطار الخارجي في الشكل المساهمات النسبية للدول من حيث عدد السفن الواصلة (محملة /مفرغة) للموانئ السعودية، بينما يعكس الإطار الداخلي تلك المساهمات من حيث كميات البضائع المفرغة بالموانئ.

جدول رقم (3–11) أكبر الدول مساهمة من حيث

نسبة البضائع المفرغة و عدد السفن الواصلة (مفرغة/محملة) إلى الموانئ السعودية

مجموعة الدول	دولة التسجيل	البضائع المفرغة (%)	عدد السفن (%)
أهم دول أعلام التسجيل المفتوح	قبرص	11.67	4.31
	بنما	11.17	10.73
	ليبيريا	7.84	5.11
	مالطا	5.25	2.57
	بهاماس	4.61	3.36
مجمـوع دول التسـجيل المفتـوح		**40.53**	**26.08**
أكبر عشر دول	سنغافوره	5.94	3.89
	اليونان	5.03	2.18
	تركيا	3.82	0.91
	ألمانيا	3.80	2.58
	إيطاليا	3.44	1.49
	الصين	2.34	1.44
	الهند	1.80	2.44
	المملكة المتحدة	1.80	1.06
	النرويج	1.72	2.75
	الدانمرك	1.16	1.16
مجمـوع العشـر دول		**30.85**	**19.90**
الأسطول الوطني السعودي		**3.77**	**13.89**
باقي دول العالم		**24.85**	**40.13**
الإجمالي		**%100**	**%100**

Kingdom of Saudi Arabia, Port Authority : Annual statistics , 1997.



شكل رقم (3-11) مساهمة الأسطول السعودي مقارنة ببعض الدول من حيث كمية البضائع المفرغة و عدد السفن الواصلة للموانئ السعودية

ثالثاً – المشاكل التشغيلية للأسطول الوطني و الشركات الملاحية

تواجـه شـركات الملاحة الوطنية بالمملكة مشكلات اقتصادية و تحديات حقيقية تعمل و بحـدة علـى انخفـاض مساهمة سفن هذه الشركات في خدمة التجارة الخارجية، و تحد من قدرتهـا علـى تشغيل سفنها بالكفاءة المرجوة. فالعمل على رفع الكفاءة التشغيلية للأسطول الوطنـي إنمـا يتطلـب تبني البرامج القادرة على صيانة الأسطول و توظيفه على الخطوط الملاحية المثلى لتحقيق أعلى مستوى ممكن من العائدات. و يتطلب الأمر إلقاء الضوء على أهـم المشـكلات التي تواجه الأسطول السعودي متمثلاً في الشركات المالكة و المشغلة لسفن هـذا الأسـطول، و من ثم الوقوف على إمكانية الحد من تلك المشكلات و العمل على تهيئة المـناخ الملائم لتطوير قطاع النقل البحري بما يعود بالنفع على الاقتصاد الوطني و الشركات الملاحية ذات العلاقة.

و رغـم تعدد المشكلات التي تواجه شركات الملاحة السعودية، إلا أننا نجمل أهمها في أربعة عناصر أساسية هي:–

1 – المنافسة الأجنبية و الاحتكار.

2– إمكانيات الأسطول السعودي.

3 – مصادر التمويل.

4 – الدعم الحكومي.

1– المنافسة الأجنبية و الاحتكار

يتمـيز السـوق الملاحـي بكونه سوق ذا طبيعة احتكارية Monopolistic تسيطر عليه شـركات كبرى، و تعمل على زيادة حدة المنافسة التي تواجه شركات الملاحة، و تتسبب في عـرقلة نموهـا. لقـد أصـبحت الصناعة البحرية اليوم صناعة كونية تأخذ فيها الشركات الملاحـية بالاندماج مكونة شركات أكبر نتيجة لتنامي ظاهرة العولمة Globalisation، و قيام كـيانات و تحالفـات بحـرية عالمـيةGlobal Alliances عملاقة أقل عدداً و أكثر قدرة على السيطرة و الصمود في سوق الملاحة العالمية[36]. و في المملكة تزداد حدة المنافسة الأجنبية Foreign Competition التـي تلقاهـا الشـركات الوطنية، حيث تعجز السفن السعودية – كما ذكـرنا مسبقاً– عن نقل ما يزيد عن 3.8% من حجم وارداتها المنقولة بحراً. و على الرغم مـن الجهود التي تبذلها الدولة لدعم الأسطول الوطني، فضلاً عما تبذله الشركات الوطنية في

سبيل زيادة المساهمة و الاستحواذ على نصيب أكبر من البضائع المنقولة، إلا أن قوة الحرب التنافسية فاقت مقدرة الشركات كما فاقت الجهود و الدعم المبذول من قبل الدولة.

إن سيطرة الشركات الملاحية الكبرى و قوة منافستها للشركات الوطنية لم تحد فقط من عملية دخول شركات جديدة للصناعة، إنما كان لها دورها في إلحاق خسائر تشغيلية كبيرة بالشركات الوطنية، بل و أحياناً أدت إلى إفلاس Bankruptcy بعض الشركات و خروجها من السوق، سواء عن طريق مضاربتها على أجور الشحن أو من خلال الممارسات الاحتكارية التي تتبعها تلك الشركات لإلحاق الضرر بالشركات الوطنية.

عاصرت شركات الملاحة الوطنية فترات مختلفة ما بين رواج Booms و انتعاش اقتصادي، وما بين فترات كساد Depressions و ركود. في حالات الرواج الاقتصادي لم تواجه الشركات الملاحية مشكلات إدارية و تشغيلية كبيرة، خاصة و أن الأرباح يمكن أن تتحقق بسهولة و يسر. و لكن التحدي الحقيقي يتمثل في الاستمرار و المقدرة على الصمود في فترات الكساد و التي يعاني منها الاقتصاد العالمي منذ الثمانينات، عندها يجبر السوق الملاحي الطاقات الفائضة Surplus Capacity للانسحاب خارج النظام، و تسعى الشركات للمحافظة على وضعها و مكانتها في هذا السوق سعياً يكاد يكون أشبه بسباق المارثون Marathon [37]، حيث يستمر المتنافسون فيه حتى ينتهي الأمر بانسحاب البعض (الشركات الأقل كفاءة) وبقاء الفائزين (الشركات الأكثر قدرة على المنافسة) و المستحقين لحصد الجوائز. بهذه الطريقة يصحح السوق الملاحي حالة الاختلال بين جانبي العرض و الطلب، و بدون شك فإن الشركات الملاحية الأكثر كفاءة و الأقدر على خوض مضمار المنافسة الضارية هي الشركات المستحقة للبقاء.

و على ذلك يمكن القول بأن أولى المشكلات التي تواجه الشركات الملاحية السعودية و تعرقل من عملية تشغيلها تتمثل في شدة المنافسة الأجنبية. فدول أعلام التسجيل المفتوح كما لاحظنا من تحليلنا لواقع الأسطول السعودي تستأثر بنصيب الأسد من التجارة السعودية، بل أن أقل هذه الدول نصيباً (بهاماس) تحظى بنقل حصة أكبر من تلك التي يقوى الأسطول السعودي على نقلها، الصورة التي تشير إلى مدى الصعوبات التي لازالت شركاتنا الوطنية تعاني منها. تمتاز الشركات الملاحية المسيطرة على السوق العالمي بعراقتها و قدرتها التنافسية العالية، لما تتمتع به من مزايا نسبية Comparative Advantages تمكنها من خفض تكاليفها نسبياً. هذا فضلاً عن قدرتها على تحقيق الجودة العالية في الخدمات و الحصول على نصيب أكبر من السوق، إضافة إلى اتساع مجال خدماتها وتنوع مصادر دخلها. كما تتمتع

الشـــركات الكبرى بقاعدة تنافسية قوية Strong Competitive advantage، يساعدها في ذلك استخدامها و بشكل مكثف لاقتصاديات الحجم الكبير، إضافة إلى الخبرة الطويلة التي خاضتها في مضمار الصناعة البحرية مما يجعلها أكثر قدرة على التنافس و جذب العملاء و المحافظة علـــى وضعها و نصيبها العادل في السوق، بل و تكون أيضاً أكثر قوة و صموداً أمام مرحلة الكســـاد التــــي تجــتاح اقتصاديات العالم(38). هذا فضلاً عن ما تحظى به هذه الشركات من أشكال مختلفة للدعم الحكومي.، فنجد دولها تضع السياسات التشجيعية و التشريعات التيسرية لملاك السفن و صناعتها، و ذلك بهدف دعم و تنمية أساطيلها الوطنية.

و لعله من المفيد هنا أن نشير إلى التجربة الكورية في هذا المجال، حيث كان الأسطول الــبحري لكوريا الجنوبية في 1962 يتكون من 40 سفينة بحمولة مجملها 103.870طن، و فــي 1990 أصبح عدد سفنه 918 سفينة بحمولة 15.7 مليون طن. كان ذلك التطور الهائل فــي طاقة الأسطول نتاجاً عن الخطط الخمسية التي نفذتها الحكومة، و التي قامت على أساس صـــناعة تصـــديرية كثيفة للعمالة، و إتباع سياسات وبرامج لترشيد و تقوية المركز التنافسي للأســطول الكـــوري. أنشئت الحكومة كلية بحرية تجارية سبقت إنشاء الأسطول البحري، و اتبعــت سياســـة مالية و ضريبية قوامها تشجيع الشركات الملاحية و التصنيع للتصدير. كان لـــزيادة الصـــادرات أكـــبر حافـــز لنمو الخدمات البحرية، و رفع القدرة التنافسية خاصة مع انخفاض الأجور، و العبقرية الإدارية التي تميزت بها شركات الملاحة الكورية(39).

و مـــن خـــلال ما تقدم تتجلى أهمية الارتقاء بمستوى أداء خدمات الأسطول الوطني و الشركات القائمة على تشغيله إلى مستوى المنافسة الدولية في مجال النقل البحري و الخدمات المساعدة، مع الأخذ بضرورة التصدي للتحديات الجديدة و العمل على التعايش معها.

2- إمكانيات الأسطول الوطني

علـــى الـــرغم مـــن كـــون المنافسة الأجنبية تمثل العنصر الأكثر خطورة على وضع الشـــركات الملاحية السعودية، فإن القدرة على المنافسة أو عدمها محكوماً أساساً بمدى توافر المـــناخ الملائم لتحقيق أداء أفضل لتشغيل الشركات الوطنية لسفنها. ذلك الأداء الذي يتطلب فعالـــية اســـتخدام الإمكانـــيات المتاحة من إدارية، و فنية و اقتصادية و تكنولوجية و خلافه. فالـــنقل الـــبحري هـــو ميناء، و تجارة، و سفينة بكل ما يتعلق بها منذ إبحارها و حتى ميناء وصـــولها، و الخدمـــات اللازمـــة، و القوانيـــن ذات العلاقة، لذا فإن مقدرة شركات الملاحة التنافســـية تـــتوقف أولاً علـــى توافـــر الإمكانيات المادية و المالية، و أيضاً على الإمكانيات

التكنولوجـية و الإدارية الكفء التي تجعل الشركات المستخدمة لها في وضع تنافسي أفضل من تلك التي تفتقر إليها.

يتضـح لنا من الإحصائيات التي تناولناها مسبقاً، أن الأسطول السعودي لا يزال يعمل دون الحجم الأمثل، حيث تراوح المستغل من طاقته الاستيعابية Absorptive Capacity ما بين 55% - 85% خلال العشرة سنوات الماضية. ففي1991 وصل المستغل فعلاً من الأسطول إلـى 68%، وفي 1997 بلغت طاقته الاستيعابية حوالي 1.059 مليون طن ساكن، بينما تبلغ حمولـة الأسـطول الفعلـية حوالي 1.244 مليون طن، بمعنى أن ما يستغل فعلياً من طاقة الأسـطول الوطني لا يزيد عن 85.2 %، مع وجود فائض طاقة غير مستغلة تقدر بحوالي 14.8 %. و طالمـا أن الأسـطول الوطني يعمل دون الحجم الأمثل أو الاستغلال الأمثل لإمكانياته المتاحة، فإنه يتعين الوقوف على أوجه القصور و تحليل أسبابها.

إن معظـم السفن السعودية هي من ذوات الحجم الصغير، فبتقدير متوسط حمولة السفن السعودية، بنظيره لإجمالي السفن الواصلة إلى موانئ المملكة الرئيسية في عام1997، اتضح أن متوسط حمولة السفينة السعودية يبلغ حوالي 711.22 طن ساكن، حيث تقوم 1489 سفينة بـنقل 1.059 مليون طن تقريباً من الحمولة. هذا في حين نجد أن 9230 سفينة أجنبية تنقل مـا حمولته 27.042 مليون طن تقريباً، ليبلغ بذلك متوسط حمولة السفينة الأجنبية 2929.8 طن ساكن. و بمقارنة الحمولتين يتبين أن حمولة السفينة السعودية تنخفض لتشكل ما يقارب ربع حمولة السفن الأخرى. و إن كانت السفن الصغيرة تتميز بمرونة تشغيلية أكبر من السفن الكبيرة خاصة في أوقات الركود التجاري، فإن السفن الكبيرة أجدى اقتصادياً[40].

يتضـح من واقع بيانات هيكل الأسطول السعودي، أن ناقلات النفط و منتجاته تستحوذ علـى النسبة الأكبر من إجمالي السفن، و هذا تفسير طبيعي لهيمنة القطاع النفطي على باقي القطاعـات السلعية في الاقتصاد السعودي، تأتي بعدها سفن الرو-رو ثم البضائع العامة. و بتحلـيل واردات المملكـة و صـادراتها المـنقولة بحـراً، يتبين أن الاحتياج الأكبر للتجارة السعودية يتمثل في الناقلات Tankers، سواء ناقلات البترول الخام، أو ناقلات الكيماويات، و غـيرها. يلي ذلك ناقلات الحبوب Bulk Grain، ثم بضائع سفن الحاويات. الأمر الذي يدل علـى أن الأسـطول الوطني -باستثناء ناقلات البترول- غير مجهز لتلبية الطلب على كافة أنـواع البضائع، حيث يوجد قصور في السفن المتخصصة في نقل المواد السائبة و البضائع الصب الجاف، و كذلك الحاويات، رغم الاتجاه المتصاعد للتحوية.

يضـــاف إلـــى مـــا ســـبق أيضاً، ارتفاع معدل العمر في السفن السعودية الحاملة للعلم الســـعودي، حيـــث يتراوح متوسط عمر السفينة بين 15-20 سنة. و على اعتبار أن العمر الاقتصـــادي للسفينة Economic Life هو 20 عام، فإن سفن الأسطول السعودي تعد متجاوزة للعمر الافتراضي Overage. و يشير تقرير الأنكتاد UNCTAD (41) إلى أن:-

"الـــدول النامـــية عمومـــاً لا تزال مستمرة في الاستثمار في حمولات سفن من الأنواع المتقادمة تكنولوجياً ، و أنها لا تستطيع أن تجد المال الكافي لإحلال سفنها البالـــية عديمـــة الجـــدوى مـــن الناحيتين الاقتصادية و الفنية بسفن حديثة تجاري متطلـــبات الـــتجارة العالمـــية ، و أنه من الواضح أن عدم القدرة على التكيف مع الـــتطورات الجديـــدة لها انعكاسات خطيرة على المقدرة التنافسية الحالية و المقبلة لأساطيل معظم الدول النامية ".

لعل من أهم العوامل التي تؤدي إلى انخفاض إمكانيات الأسطول الوطني إنما تكمن في العوامـــل الذاتـــية للشركات الملاحية نفسها و عدم قدرتها على المنافسة إدارياً و تكنولوجياً. فمعظـــم الشـــركات الملاحـــية الســـعودية تفتقر إلى الخبرات الإدارية و التسويقية الحديثة و المواكـــبة للـــتطورات العالمـــية. لقـــد كـــان للتقنية دور بارز في اتساع الفجوة التكنولوجية Technological Gap بيـــن الـــدول الصـــناعية و الدول النامية في كثير من المجالات و من أبـــرزها الـــنقل البحري. و هنا تصبح عملية تحديث التكنولوجيا المستغلة في صناعة النقل الـــبحري عملـــية جوهرية لا غنى عنها. و ما لم تتمكن الشركات الملاحية من ملاحقة هذه التغـــيرات وإتباع الأساليب الكفيلة بتقليص الفجوة التكنولوجية التي تواجهها، فستبقى معزولة خارج نطاق دائرة السوق الملاحي و لا مجال لها للمنافسة عالمياً.

إن التقنـــية وحدهـــا لا يمكـــنها حل جميع مشاكل النقل البحري السعودي، و لكن حل معظـــم المشكلات يتأتى من خلال الجمع بين التطورات الحديثة للتكنولوجيا و الإدارة السليمة و تجهيز الموارد المالية و البشرية اللازمة، إضافة إلى المتابعة و المعرفة المستمرة للظروف المحـــيطة بسوق النقل البحري العالمي. كما و قد أصبحت الحاسبات الإلكترونية أداة أساسية فـــي معظـــم الشركات الملاحية بالدول المتقدمة، أما الشركات العاملة بالدول النامية و كذلك بالمملكـــة، فلا تزال استخداماتها للحواسب محدودة في نطاقات ضيقة للغاية. و إذا ما أرادت شـــركات الملاحة الوطنية إيجاد دور تنافسي أفضل، و تسجيل كفاءة أعلى و ربحية أكبر من خـــلال تســـهيل عملـــية الاستخدام الأمثل للموارد، فلابد لها من الأخذ في الاعتبار و بجدية الاتجاه نحو الحوسبة في جميع نواحي أنشطتها الملاحية.

و قبل كل ما سبق يبرز عامل مؤثر، و المتمثل في مدى توافر العنصر الوطني المؤهل و المساهم في عملية رفع كفاءة قطاع النقل البحري. فالقطاع البحري متمثلاً في شركات الملاحة و السفن والموانئ و الخدمات المساندة يعاني من نقص في الكوادر البشرية المؤهلة، و هيمنة العمالة الوافدة على هذا القطاع لاسيما و أن المملكة حديثة العهد بصناعة النقل البحري المتطور، مع عدم إقبال الأيدي العالمة السعودية على هذا المجال. و بناءاً على ذلك يستدعي الأمر العمل على تنمية القوى البشرية المؤهلة و القادرة على الالتحاق بهذا القطاع و النهوض به بكفاءة، فالسبيل الأساسي للوصول إلى أسطول وطني ذو عائد اقتصادي متميز يتمثل في تهيئة الكوادر التشغيلية القادرة على الاستجابة ديناميكياً لمتطلبات العملية التشغيلية لأسطول النقل البحري(42).

3- <u>مصادر التمويل</u>

صناعة النقل البحري شأنها شأن أي صناعة أخرى تتطلب رأس المال الكافي لمزاولة أنشطتها، و إن كانت هذه الصناعة كثيفة لرأس المال Capital Intinsive Industry، و تتطلب رؤوس أموال ضخمة لقيامها و تطورها، بحيث يرتفع فيها معامل رأس المال Capital Output Ratio للطن المنقول لترتقي إلى مصاف أكبر الصناعات الثقيلة في العالم. و كحد قول الدكتور أحمد عبد المنصف: "إن إقامة صناعة نقل بحري حديثة في أية دولة نامية يحتاج إلى رؤوس أموال طائلة"(43)، ليشير بأنه لا سبيل لتقوية المركز التنافسي للدول النامية بحرياً إلا باتباع أسلوب الدول المتقدمة في تكوينها لتكتلات و مجموعات ضخمة قادرة على توفير رؤوس الأموال اللازمة، إضافة إلى اللجوء إلى التخصيص. لذا فمن العوامل المهمة و المحددة لقدرة الدولة على تنمية أسطولها و رفع مستواه التنافسي، توافر رؤوس الأموال اللازمة لبناء أو شراء السفن و قطع الغيار و التأمينات و التجهيزات المختلفة. و يتميز الاقتصاد السعودي بوفرة رؤوس الأموال و ضخامة الاستثمارات فيه، إلا أن هذه الاستثمارات غالباً ما توجه إلى قطاعات معينة، لا يكون للقطاع الملاحي نصيباً عادلاً منها. فالمستثمرون السعوديون يحجمون عن الدخول باستثماراتهم في المشاريع و الأنشطة البحرية، لارتفاع التكاليف البحرية، و لكون الصناعة البحرية عالية المخاطرة "Shipping is a risk business"، إضافة إلى حالات عدم التيقن Uncertainty التي تسود السوق الملاحي و المتوقفة على تقلبات العرض و الطلب و على مرونة الشحن البحري.

و رغم اختلاف الإمكانيات المالية من شركة ملاحية لأخرى، إلا أن ضخامة رأس المال المطلوب للاستثمارات البحرية، تجعل من الصعب على مستثمر واحد تحملها بمفرده و

دون وجود شركاء و مصادر تمويل يعتمد عليها داخلية أو خارجية. ومع غياب هذه المصادر تضطر الشركة إلى تمويل مشروعاتها ذاتياً Self-financing، مما يعني عدم القدرة على التوسع و التمتع بمزايا الإنتاج الكبير، إنما الاكتفاء بالقيام بمشروعات بحرية صغيرة، و شراء سفن أقل حجماً و أرخص نسبياً. و يعتقد بأن انخفاض عدد السفن السعودية يعود أساساً إلى عدم وجود مصادر التمويل الكافية و كون التمويل الممكن من خلال البنوك التجارية محلياً محكوماً بمدى علاقة صاحب الشركة بالبنوك، و قدرته على إقناعهم بتمويل مشاريعه (44).

تحجم البنوك التجارية و المؤسسات المالية بالمملكة عن عمليات تمويل هذا النشاط خشية المخاطر التي قد تواجهها كغرق السفينة مثلاً و طول إجراءات صرف التعويضات من شركات التأمين، و الحجز على السفن و غير ذلك من المخاطر المادية للسفن أو لبعض الأصول و المنشآت البحرية. كما تتردد البنوك في تمويل تلك المشروعات لعدم وضوح قوانين إمكانية رهن السفن للبنوك السعودية (45)، في ظل غياب نظام بحري سعودي شامل يكفل حقوق وواجبات الأطراف المعنية. و بدون شك فإن أي مؤسسة مصرفية محلية لن تقوم بتمويل شراء أو بناء سفن دون دراية كاملة بالأنظمة و القوانين التي تحكم هذه العملية التمويلية. هذا في حين أن لجوء الشركات الوطنية لتسجيل سفنها تحت أعلام دول التسجيل المفتوح يضمن لهم إحراز 70% تقريباً كتمويل من البنوك الدولية.

ساهمت الدولة من خلال الصندوق السعودي للاستثمار في عدد من المشروعات البحرية، فكان أن ساهمت بنسبة 25% من رأس مال " الشركة الوطنية للنقل البحري" (NSCSA)، ذات الدور الرائد في الصناعة البحرية السعودية و كبرى شركات الملاحة الممثلة للأسطول السعودي. هذا إضافة إلى مساهمة المملكة مع 5 دول خليجية في إنشاء " شركة الملاحة العربية المتحدة " United Arab Shipping Company (UASC)، كما ساهمت أيضاً في إنشاء "الشركة العربية البحرية لنقل البترول" Arab Maritime Petroleum Transport Company (AMPTC) مع 9 دول عربية. أما بالنسبة لشركات القطاع الخاص الملاحية فهي تعاني من عدم وجود مصادر التمويل اللازمة.

و يستلزم الأمر إعطاء الدولة اهتمام أكبر لتوفير مصادر التمويل اللازمة لدعم المشروعات البحرية، و إعادة النظر في غياب مؤسسات مالية بحرية تساعد الشركات الوطنية في الحصول على التمويل اللازم، كالبنك البحري Maritime Bank أو صندوق للتنمية البحرية Shipping Development Fund. فدولة كالهند مثلاً تقوم بإنشاء صناديق

لتنمية النقل البحري تختص بتقديم قروض لشركاتها الملاحية لامتلاك سفن جديدة، تصل هذه القــروض إلــى 90-95 % مــن أســعار بناء السفن، و بأسعار فائدة 4.5%، كما تقوم هذه الصــناديق بفتح اعتمادات للشركات في البنوك الأجنبية كضمان[46]. يقول المدير العام للنقل الــبحري بــوزارة المواصـــلات: " لم نتمكن حتى الآن من إقناع البنوك و صناديق التنميـــة لتمويل هذا القطاع، ربما بسبب أنظمتها المعمول بها، و نفكر في وسيلة لإقناع البنوك لتمويل أنشـــطة الاستثمار في النقل البحري تمكنهم من تقديم قروض مقابل ضمانات كرهن السفينة و ضمانة الدولة و إعطاء فوائد أقل من مثيلاتها " [47].

هناك أنواع من التسهيلات التي يمكن للبنوك تقديمها للشركات الملاحية كمنح القروض طويلة Long-term Loans أو متوسطة الأجل لتمويل تكاليف إنشـــاء سفن جديدة، و تسهيلات ائتمانـــية قصـــيرة الأجـــل لتمويل النشاط الجاري. أما بالنسبة للتمويل الخارجي External Finance فيمكـــن أن يكـــون بالتمويل المباشر من البنوك أو الهيئات التمويلية الدولية، إضافة إلـــى عملـــيات التمويل التأجيري كحل لمشكلات عدم توافر المصادر التمويلية لبناء أو شراء السفن. التمويل التأجيري Finance By Leasing هو عبارة عن تعاقد بين المؤجر و المستأجر لتأجير أصل معين، يستبقي فيه المؤجر لنفسه حق ملكية الأصل، و لكنه يعطي المستأجر حق استعمال الأصل لفترة زمنية متفق عليها و ذلك مقابل دفع الإيجار المحدد [48].

4- الدعم الحكومي

إن الـــتحدي الكبـــير الذي يواجه معظم شركات الملاحة الوطنية يكمن في أهمية الدور الـــذي يمكن أن تؤديه السياسات الحكومية Government Policies في النشاط البحري، حيث يمكـــن الاسترشاد بدور العديد من الحكومات في تكوين شركات بحرية قوية مالياً و إدارياً، و تنمـــية أســـطولها الـــبحري ليكون قادراً على المنافسة عالمياً. تقدم تلك الحكومات العديد من المســـاعدات سواء في صورة إعانات لبناء السفن Construction Subsides، أو إعانات تشغيل Operating Subsides، أو أســـعار مخفضـــة للفائدة Low Interest Rate،أو حتى بدون فوائد Interest-free. هذا فضلاً عن أي تسهيلات و مزايا يمكن أن تمنح لدعم أسطولها الوطني.

هدفـــت الحكومـــة النرويجية إلى وقف التسرب في أسطولها الوطني للتسجيل تحت أعـــلام دول أخـــرى خلال الثمانينات، فقامت بما يعرف بالورقة البيضاء White Paper لتمنح مـــن خلاله إعفاءات ضريبية للأجانب للاستثمار في الشركات الوطنية، و استخدام تكنولوجيا أكثر تقدماً لتخفيض أطقم السفن، فضلاً عن إنشاء نظام تسجيل بديل للنظام القائم، أطلق عليه "التســـجيل الدولـــي النرويجـــي" يمكنها من استخدام أطقم من البحارة الأجانب الأقل تكلفة، و

لتستقطب من خلاله السفن التي فقدتها[49]. و اليوم تتحكم النرويج بحوالي10% من الأسطول العالمـــي، و 20% من ناقلات البترول و الكيماويات في العالم [50]. قدمت فرنسا دعماً مالياً يقدر بحوالي 240 مليون دولار خلال عامي 87، 1988 في سبيل تشجيع أسطولها الوطني. هــذا فـــي الوقت الذي قامت فيه الحكومة الإيطالية بتخصيص مبلغ 750 مليون دولار –وفقاً لقـــانون FINMAR – لدعــم الخطـــوط الإيطالية لعشر سنوات 87–1997. كما تقدم بلجيكا وســـائل دعم مختلفة بحدود 70% من قيمة السفن المبنية حديثاً، و 3% من أسعار الفائدة. و تقـــدم الـــيونان ما بين 20–50% من قيمة تكلفة بناء السفن. أما ألمانيا الاتحادية فتوفر دعماً مباشـــراً يـــبلغ 12.5% من تكلفة السفن، مع دعم إضافي لأسعار الفائدة، إضافة إلى دفعات مالـــية تقـــدر حســـب حجم الاستثمار في السفن الرافعة للعلم الألماني و المستخدمة للكوادر الوطنية [51].

و مـــازال الدعـــم المـــادي المقـــدم للسفن السعودية ضئيلاً مقارنة بما تقدمه الدول الصــــناعية لســـفنها و شركاتها الملاحية. و قد كان لإدراك الحكومة السعودية لمدى خطورة السياسات الحمائية التي تقوم بها الدول الصناعية لدعم أساطيلها الوطنية دوره في بذل الجهود لدعـــم الأسطول السعودي، و ذلك بإصدار التعليمات للمستوردين السعوديين بإعطاء الأولوية للســـفن الرافعة للعلم السعودي في نقل بضائعهم، و بمطالبة المقاولين المتعاقدين مع الأجهزة الحكومية بنقل مستلزمات تلك العقود باستخدام السفن السعودية قدر الإمكان. هذا إضافة إلى الدعـــم المالي المتمثل في تخفيض أسعار الوقود للسفن الوطنية لتصل أسعاره إلى 70% من الأسعار العالمية.

لم تكن التعليمات و التوجيهات الحكومية الصادرة ملزمة قانوناً، لذا لم تتحقق فعلياً. و قـــد اتضـــح مـــن دراســـة ميدانية أعدتها الغرفة التجارية الصناعية بجدة [52]، أن 87% من الشـــركات و المؤسســـات صـــناعية و تجارية بالمملكة يقومون بشحن بضائعهم على سفن أجنبـــية، و إن كـــان السبب في ذلك يرجع لكون المنتج القائم بالتصدير في الخارج هو الذي يقـــوم باختيار الشاحن وفقاً للعقد "سيف" Cost Insurance and Freight (C.I.F)، و بدون شك فـــإن المصـــدر الأجنبـــي ســـيختار الشاحن الذي يحقق له أكبر منفعة ممكنة و ليس الشاحن السعودي. هذا في الوقت الذي يرجع فيه تسجيل بعض الشركات السعودية سفنها تحت أعلام دول أخرى و بالأخص دول أعلام التسجيل المفتوح أو كما يطلق عليها "دول أعلام الملائمة" أو دول أعـــلام المـــنفعة Flag of Convenience لانخفـــاض الدعم المقدم للسفن السعودية و التسهيلات المختلفة التي تحرزها من تسجيلها تحت أعلام تلك الدول.

لقـد كـان للدعم الحكومي للوقود أثره البالغ خلال السبعينات و أوائل الثمانينات في تطويـر الأسـطول الـبحري السـعودي، انعكس ذلك الأثر في صورة زيادة فعلية في طاقة الأسـطول، و تحقـيق الشركات الملاحية لأرباح مغرية شجعت شركات جديدة للانضمام إلى الصناعة البحرية. إلا أن تخفيض الدعم المقدم و في ظل الوضع الاقتصادي العالمي كان له الأثر المعاكس على كفاءة الأسطول السعودي فانخفضت مقدرة الشركات الوطنية التنافسية، و تقلـص حجـم السفن الحاملة للعلم السعودي. كما أن الحصول على الدعم المخفض للوقود و المقـدم مـن وزارة البترول بالمملكة يتطلب الكثير من البيروقراطية Bureaucracy و طول الإجـراءات و تعقدها. و من جانب آخر نجد أن الدعم يقدم بواقع 30% تخفيض عن أسعار الوقـود لشـركات الملاحـة السعودية، في الوقت الذي يعتبر فيه سعر الوقود الحكومي في الأصـل أعلى من الأسعار العالمية بحوالي15%. و بذلك يكون واقع المعونة الفعلي يتراوح بين 10-15% أقل من سعر الوقود و ليس30%. كما و أن كمية الوقود المدعم تحسب وفقاً للسـرعة المـثلى للسفينة Optimum Ship Speed، و لكن عند سير السفينة بالسرعة المعتادة Practiced Speed فـإن كمية الوقود المدعم لن تكون كافية في كثير من الأحيان. هذا و تقوم الحكومـة ببـيع الديزل للحافلات Trucks بسعر مخفض للغاية يصل إلى 80 ريال/ طن، في حيـن تبيعه للشركات الملاحية بمبلغ 1000 ريال/ طن. و بعد إجراء تخفيض الدعم يصبح سعر الطن 700 ريال، وهو لازال سعر مرتفع مقارنة بالسعر المخفض للحافلات [53].

تولـي الحكومة السعودية عناية خاصة للشركات الوطنية و التي تساهم فيها الدولة، أمـا الشـركات الأخرى فلم تجد القدر الكافي من الدعم و الاهتمام. و من هذا المنطلق يحتم علـى الدولة إعطاء الشركات الملاحية المشغلة للسفن الحاملة للعلم السعودي اهتمام أكبر و تقديـم مزايا و تسهيلات أكثر. تتسم الموانئ السعودية بارتفاع رسوم خدماتها إذا ما قورنت بـالعديد من موانئ العالم، وعلى الرغم من قرار المؤسسة العامة للموانئ السعودية بتخفيض أجـور تفـريغ الحاويات اعتباراً من يونيو2000 تشجيعاً للصادرات الوطنية، إلا أن الموانئ السـعودية مازالت صاحبة التعرفة الأعلى بين موانئ دول المنطقة[54]. هذا كما أن الموانئ السـعودية لا تقـدم أي مـزايا للخطوط الملاحية الوطنية سواء المحملة للبضائع الدولية أو الساحلية. و في حين يسمح للسفن الحاملة للأعلام الأجنبية بالعمل ساحلياً دون دفع ضرائب، فـإن السـفن السـعودية تدفع الزكاة، الأمر الذي يحملها عبء إضافي عن ذلك الذي تتحمله الشـركة الأجنبـية، و يجعـل مساهمتها في النقل الساحلي ضئيلة للغاية، فيصعب بذلك على الشـركات الوطنـية المنافسة حتى في نطاق مياهها الساحلية. هذا في حين تحتفظ العديد من

الدول كالولايات المتحدة مثلاً بحق سفنها الوطنية المطلق، دون السماح للسفن الأجنبية بخدمة الملاحة الساحلية حفاظاً على وحدتها الاقتصادية الوطنية.

و مـــن المنـــتظر أن يكون للدولة دوراً أكبر في حماية الصناعة البحرية السعودية و دعمهـــا علـــى غرار الصناعات الأساسية الأخرى. و قد حدد "ستورمي" Sturmey [55] ، أن تدخـــل الدولـــة فـــي النشاط الملاحي التجاري و دعمه إنما يكون للعديد من الأهداف، كبناء أسطول تجاري قادر على نقل التجارة، و حمايته من المنافسة الشديدة و دعمه كصناعة وليدة Infant Industry، فضـــلاً عن توظيف العمالة البحرية و الوفر في العملات الأجنبية، و غير ذلـــك. كمـــا أوضح "ستورمي" أساليب تدخل الدولة و وسائل الدعم الممكنة ملخصـــة في الآتي :-

أ - الإعانات المباشرة لبناء السفن و شرائها.

ب - الإعانات المباشرة لتشغيل السفن .

ج - الإعانـــات غـــير المباشرة و تشمل : تقديم القروض بأسعار مخفضة للفائدة إضافة إلى معاملـــة الإهلاك معاملة خاصة و الإعفاء من ضرائب الدخل و تخفيض الرسوم الخاصة بالموانئ و الإرشاد و المرور في القنوات .

د - تعويض الخسائر للأساطيل المملوكة للدولة .

هـــ - دفع نوالين بمعدلات تأجير أعلى من معدلات التأجير العالمية لبضائع الحكومة و التي تنقلها السفن الوطنية.

حواشي الفصل الثالث

(1) - **النحراوي،أيمـــن** :"الأسطول التجاري الوطني –حتمية التطوير و محاذيره"، إنترناشيونال ريفيو، أكتوبر 1998، 36.

(2) - **بدوي،سمية:** اقتصاديات النقل البحري في العالم، د.ن، الإسكندرية 1989، 5.

(3) - تتوقف الآثار المضاعفة في الدخل القومي على حجم مضاعف الإنفاق.

(4) - تقـــدر القيمة المضافة لقطاع النقل و المواصلات، وفق إحصائيات وزارة التخطيط1999 بما قيمته 28.9 بليون ريال، لتشكل 6.3% من إجمالي الناتج المحلي.

(5) - **Bauzauba,A.F.:**"Tonnage Acquisition and shipping operations and Management in Developing Countries",Maritime Policy& Management,Vol.8, 1981, 229-233.

(6) - **الـــزوكة،محمد خمـــيس** : التخطـــيط الإقليمـــي و أبعاده الجغرافية، الطبعة الثانية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1984، 307.

(7) - **Chrzanowski,Ignacy:** op. cit., 3.

(8) - **الــردادي،محمد بـــن مسلم** : التجارة الخارجية و أطوار التمويل الدولي المعاصر – مع دراسة خاصة بالعلاقات الاقتصادية الدولية لدول مجلس التعاون الخليجي، دار حافظ للطباعة و النشر، جده، 1991، 196–202.

(9) - **ماير،جـــيرالد م.** : الـــتجارة الدولـــية و التنمية، ترجمة: أحمد سعيد دويدار، مراجعة و تقديم: صلاح نامق، دار النهضة العربية، القاهرة، 1968، 151.

(10) - **وزارة التخطيط** : خطة التنمية السادسة (1995–2000)، 142.

(11) - يعـــد النقل البحري أنسب وسائط النقل نظراً لضخامة السعة الاستيعابية للسفن و رخص تكاليف التشغيل فيما يتعلق بالنقل الثقيل و لمسافات طويلة.

(12) - "الموانئ السعودية بين الأمس و اليوم"، النقل و المواصلات، ع3، ديسمبر1998، 46.

(13) - انتهجـــت المملكة أسلوب الخطط الخمسية و ليس أسلوب الميزانية كأسلوب للتنمية، نفذت منها خمس خطط حتى الآن، و هي على وشك الانتهاء من الخطة الخمسية السادسة.

(14) - **وزارة التخطيط** : خطة التنمية الثانية (1975-1980).

(15) - السعر فوب FOB أو عقد الشراء (البيع) Free On Board يلتزم فيه البائع بتسليم البضاعة على ظهر السفينة التي يعينها المشتري في ميناء الشحن المتفق عليه.

(16) - **العبيد،عبد الله بن عبد الله بن سليمان و عطية،عبد القادر محمد عبد القادر:** اقتصاد المملكة العربية السعودية – نظرة تحليلية، دار عالم الكتب، الرياض، 1994، 25.

(17) - **وزارة التخطيط** : خطة التنمية الثالثة (1980-1985)، 49.

(18) - **وزارة التخطيط** : خطة التنمية الرابعة (1985-1990)، 52.

(19) - **وزارة التخطيط** : خطة التنمية الخامسة (1990-1995)، 69.

(20) - **وزارة التخطيط** : خطة التنمية السادسة (1995-2000)، 80.

(21) - **الردادي،محمد بن مسلم** : المرجع السابق، 213.

(22) - **International Monetary Found:** International Financial Statistics Yearbook, 1997.

(23) - **وزارة التخطيط** : المرجع السابق، 93-95.

(24) - المرجع نفسه، 119.

(25) - لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى:-

- **Chrzonowski, Ignacy:** Op.cit. , p.104.
- **Wahiting,D.P.:** Finance of Foreign Trade, Pitman Publishing limited, London, 1986, 34.

(26) - **عبد ناجي،محمد** : دور قطاع النقل البحري الوطني في نقل التجارة الخارجية لدول الخليج العربي "واقع و آفاق"، شركة الملاحة العربية المتحدة، 1990، 1.

(27) - **السلوم،ناصر بن محمد** : " نحو إعادة هيكلة النقل البحري بالمملكة"، الأسواق، ع24، نوفمبر1996، 9.

(28) - **بسيونس،عبدالحليم السيد** : "الموانئ البحرية و تأثيرها على الاقتصاد القومي المصري"، تكنولوجيا النقل البحري، ع65، إبريل-يونيو 1998، 18.

(29) - يمكن الرجوع إلى : "البترول – طريق الرخاء والتنمية عبر الموانئ السعودية"، المدينة (الموانئ السعودية الواقع والإنجاز)، ع83، ربيع أول 1411هـ، 34-35.

(30) - **الجهيمان،عـبد العزيـز :** "الموانئ السعودية بين الماضي والحاضر"، المدينة، المرجع السابق، 22.

(31) - **بابقي،أحمد سعيد و عبد المجيد،محمد محمود :** مرجع سابق، 43.

(32) - تم حساب هذه الأرقام من إحصائيات المؤسسة العامة للموانئ لعامي 1997،1990.

(33) - **الطويـل للاستشـارات الإدارية و التدريب :** مختصر دراسة وضع استراتيجية لإحلال القوى البشرية السعودية في مؤسسات قطاع النقل البحري،4-6.

(34) - **Savsar,Mehmet; Bolat,Ahmet and Khan, Rashidur Rotab:** Op. cit., 17-20.

(35) - تـم حسـاب النسـب بالاستعانة بالإحصائيات السنوية للمؤسسة العامة للموانئ للأعوام 1404، 1411 هـ، و 1997م.

(36) - **محمود،أحمـد عـبد المنصف :** "النقل العالمي الجديد و النقل المصري"، مؤتمر القاهرة البـحري (ماريـنز4) -مـنجزات النقل البحري المصري و تحديات القرن الواحد و العشرين"، القاهرة، 17-19 يونيو2،1999.

(37) - **Stopford,Martin:** Maritime Economics, Unwin Hyman, London, 1988, 93.

(38) - **Branch,Alan E.:** Op. Cit., 206-208.

(39) - **محمود،أحمـد عـبد المنصـف :** "عنصر رأس المال في صناعة النقل البحري بالدول النامية مع التركيز على مصر"، ص14.

(40) - **Branch,Alan E.:** Op. Cit., 135.

(41) - **محمود،أحمد عبد المنصف :** المرجع السابق، 4.

(42) - **سلمان،داود سلمان :** "دراسة حول مشاكل الصناعة البحرية العربية"، الصناعة البحرية، ع1، كانون أول1980، 20.

(43) - "مطالـب هامـة لتنشـيط استثمارات النقل البحري في الدول العربية و النامية"، النقل و المواصلات، ع23، أغسطس78،2000-79.

(44) - "قطاع النقل في حاجة عاجلة لهيئة وطنية تهتم به"، الأسواق، ع19، يونيو1996، 69.

(45) - أنه وفقاً للشريعة تعتبر السفن أصول متحركة (عائمة) لا يمكن أن تكون محلاً للرهن.

(46) - **هدي،محمــــد سليمان :** الاستثمار و التمويل في النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1995، 177.

(47) - "الاستثمار في النقل البحري بين الإقبال و الإحجام"، الأسواق، المرجع السابق، 75.

(48) - لمـــزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى: **عبد القادر،محمد سيد :** "دور البنوك الوطنية فـــي تقديـــم التســـهيلات و الخدمات المصرفية للمؤسسات الملاحية"، ندوة " من أجل اســـتخدام أمـــثل لطاقات الأسطول البحري التجاري السعودي، مرجع سابق، 440-444.

(49) - **أبو عاصي،إجلال إبراهيم محمد :** "دور الدول النامية في النقل البحري و صناعته"، كلية الآداب للبنات، الدمام، 1994، 13.

(50) - **Leggate,H.K.:** "Norwegian shipping -measuring foreign exchange risk", Maritime Policy & Management, Vol.26, No.1, 1999, 81-91.

(51) - **عـــبد ناجـــي،محمد :** "المشاكل الاقتصادية التي تواجه تشغيل الشركات الملاحية الوطنية فـــي الخلـــيج العربـــي"، المؤتمـــر الدولي الأول عن مشاكل النقل البحري في الدول النامية، مرجع سابق، 13-14.

(52) - **الغرفة التجارية الصناعية بجده :** الغش التجاري في التجارة الدولية، 1408هـ .

(53) - **Savsar,Mehmet; Bolat,Ahmet and Khan, Rashidur Rotab:** Op. cit., 71-72.

(54) - "تخفيض أجور تفريغ الحاويات في الموانئ السعودية"، مجلة أنباء النقل البحرية العربية، ع39، 50،2000.

(55) - **Sturmey,D.:** Shipping Economics, Collected papers, London, 1975.
(نقلاً عن: **هدي،محمد سليمان :** اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 229-230).

الفصل الرابع

النماذج الاقتصادية الرياضية و استخداماتها في شركات الملاحة البحرية

الفصل الرابع

"النماذج الاقتصادية الرياضية و استخداماتها في شركات الملاحة البحرية"

أولاً – دور الأسلوب الرياضي في تطور البحوث الاقتصادية

شـــهدت العلـــوم الاقتصـــادية والإداريـــة تطوراً ملحوظاً في الآونة الأخيرة، و أصبح الأســـلوب الكمي السمة المميزة لغالبية البحوث، و ذلك بعد أن غزت الرياضيات فروع العلوم المخـــتلفة، و حـــياة الناس، و انتشر استخدام الحاسبات الآلية (الإلكترونية). فتزايدت أهمية الرياضـــيات فـــي مجال البحث الاقتصادي أكثر و أكثر، و غدت النظرية الاقتصادية معتمدة إلـــى حد كبير على النظرية الرياضية، نظراً لذلك التطور الكبير لاستخدام الأسلوب الرياضي فـــي التحليل الاقتصادي. و يجدر بنا أن نشير في هذا الصدد إلى أن المتتبع لأسماء البارزين فـــي علـــم الاقتصاد وخاصة الحاصلين منهم على جائزة "نوبل" إنما يلاحظ ارتباط أبحاث و دراســـات هـــؤلاء الوثـــيق بالرياضـــيات أومـــا يدخـــل تحـــت مسمى الاقتصاد الرياضي Mathematical Economics[1].

يســـتخدم الاقتصاد الرياضي الأساليب الرياضية المختلفة لتحليل النظريات الاقتصادية، وعلـــيه لا يعد فرعاً مستقلاً من فروع علم الاقتصاد إنما هو مدخلاً للتحليل الاقتصادي يتمكن الاقتصـــادي مـــن خلاله استخدام الأدوات الرياضية في صياغة المشاكل الاقتصادية في شكل معـــادلات جبرية أو متباينات أو رسوم هندسية وتحليلها، و من ثم توفير الحلول لتلك المشاكل عن طريق استخدام الأفكار الرياضية.

يـــرجع استخدام الرياضيات في علم الاقتصاد إلى أوائل القرن الثامن عشر، حيث كان "شـــيفا" Ceva (1711) هـــو أول من عرف باستخدام هذا الأسلوب في التحليل الاقتصادي[2]. و إن كـــان "كورنـــو" Cournot (1838) هو أول من استخدم المنطق الرياضي في التحليل الاقتصـــادي و بنجاح. قبل ذلك أعتبر "السير وليم بيتي" Sir William Petty (1623– 1687) أول الإحصـــائيين الاقتصـــاديين، حيث قام في دراسته المتعلقة بعلم الحساب السياسي (لندن 1690) بتبســـيط البيانات الاقتصادية بأسلوب منظم وملائم، و إن كانت أهمية عمله لا تكمن فـــي كيفـــية اســـتخدامه للأرقام ولكنها تتجلى في كونه استخدمها فقط. و على الرغم من أن

إحصـــائياته كانـــت بســـيطة وغير مقننة، إلا أنه استخدمها كمحاولة لإعطاء مزيد من الدقة والصحة للاقتصاد السياسي.

يعتـــبر الإيطالـــي "جيوفاني شيفا" Giovanni Ceva (1647 – 1734) عموماً أول من عـــرف باســـتخدامه وإدخاله للطرق الرياضية في حل المشكلات الاقتصادية، فكانت دراسته التـــي قدمها في عام 1711 هي الطريق الممهد للدراسات الأخرى . و تتمثل أهمية ما قدمه فـــي الطرق و الأساليب التي استخدمها واعتماده المكثف على الرموز الجبرية في تفسيراته. هـــذا وتعد الإضافة الجديدة في عمله تلك المتمثلة في محاولته لتطبيق الهندسة Engineering في تحليله الاقتصادي.

و فـــي 1738 نشر الرياضي السويسري "دانيال بيرنولي" Danial Bernoulli (1700-1782) كـــتابه Specimen theoriae novae de mensura sotis مســـتخدماً حساب التفاضل و الـــتكامل فـــي تحليله للاحتمالات التي قد تنتج عن لعبة الحظ Game of Chance، و شارحاً و مفســـراً للنظرية الحديثة في قياس المخاطرة Risk Measurement. و قد كان أثره بين جماعة الاقتصاديين أعظم من أثر "شيفا" في دراسته المتعلقة بالضرائب و عدالة توزيع الثروة.

أمـــا الفرنسي "فرانسوا دي فوربوناس" Francois de Forbonnais فقد كان أول فرنسي يســـتخدم الرموز الرياضية، و ذلك في مؤلفه Elements du Commerce (1754)، خاصة في تفســـيره لاختلاف سعر الصرف Exchange Rate بين دولتين و كيفية تحقيق التوازن بينهما أخيراً. هذا وقد عرف فرنسوا بهجومه الشديد على الفيزوقراط[3].

ظهـــر بعـــد ذلـــك الجـــدول الاقتصادي كأبرز أعمال الطبيب الفرنسي "فرنسوا كيني" Francois Quenay و التـــي توضـــح فكرة التوازن الاقتصادي. يعتبر "كيني" عميد ومؤسس مدرســـة الفـــيزوقراط و يعاد إليه الفضل في مولد الاقتصاد القياسي Econometrics[4]. و قد شـــبه "كيني" في مؤلفه الخاص بالجدول الاقتصادي حركة دوران الثروة في الاقتصاد القومي بحـــركة الـــدورة الدمويـــة في جسم الإنسان، و لا عجب في ذلك لكونه طبيباً قبل أن يكون اقتصـــادياً. و قد قوبل كتابه بإعجاب شديد من قبل المركيز "ميرابو" أحد الكتاب الفيزوقراط حينـــئذ، ليمجد مجهود "كيني" بقوله: أن هناك ثلاثة اختراعات أثرت في تقدم الجنس البشري، وهي الطباعة و النقود و الجدول الاقتصادي لكيني[5]. و قد تطور ذلك الجدول تدريجياً فيما بعد ليعرف بجدول المستخدم/ المنتج(I.O.T) Input/Output Table، والذي شاع استخدامه في التخطيط الاقتصادي.

هــذا و نجــد "جــان باتست ساي" Jean Batiste Say (1767– 1832) و الذي اشتهر بقانونـــه فـــي الأســـواق Say`s Law ، لا يفضـــل استخدام الرياضيات في تفسيره للمبادئ و القواعـــد الاقتصــــادية. حيـــث يقـــول فـــي مؤلفـــه "رسالة في الاقتصاد السياسي" `Traite d`Economies Politique عـــن الدراســـات الاحصائية: "يمكنها أن تشبع الفضول، و لكنها لا يمكـــن أن تكون منتجة للفرص و ذلك عندما لا تبين أصل و نتيجة الحقائق التي تم جمعها، و بالتعبـــير عـــن أصلها و نتائجها فهي تصبح علم اقتصاد سياسي"(6). كان كتاب "ساي" بمثابة مـــنهج فكري كامل لعلم الاقتصاد السياسي، و من أكثر مؤلفات الكلاسيك وضوحاً و ترتيباً و التي تبين وضوح الفكر الاقتصادي لدى "ساي" و تؤكد أراء "آدم سميث"(7).

يعـــتقد "ساي" أن الاقتصاد السياسي يحتوي على بعض المبادئ و القواعد الأساسية، و أن المحصـــلات والنـــتائج المنبـــثقة من هذه المبادئ تستنتج من المشاهدات، و أنه من الخطأ الاعـــتقاد بـــان حل المشكلات المتعلقة بها يمكن أن يتحقق بإضافة الرياضيات إليها. و على نقـــيض هـــذا الاعتقاد نجد أن "ساي" في كتابه: Complet d` Economie Politique يستخدم نموذجاً بيانياً لكل من الطلب و الدخل و السعر.

و في نظرية الموقع Location Theory يبرز الألماني "جوان هنريك فون ثونين" J.H. Von Thunen (1780–1850)، والذي عرف بكتابته عن المناطق المنعزلة وتأثير المسافة و الـــبعد عـــن المدينة. فهو يرى أن التركز الاقتصادي يتشكل على هيئة أحزمة وظيفية تحيط بالمديـــنة. كـــل منها يمثل نوعاً محدداً من الإنتاج الزراعي و من استخدامات الأرض. كما حـــاول "فون ثونين" إنشاء صيغة رياضية للأجر الطبيعي الذي يوازي بين أجور أولئك الذين ينـــتجون ســـلعاً استهلاكية مع الآخرون الذين ينتجون سلعاً رأسمالية(8). و لكن يبقى تحليله لاقتصـــاديات الأرض تحلـــيلا متميزاً و الذي استحوذ بانتباه عظيم في ذلك الوقت، ليستخدم كنقطة بداية في دراسات نظرية الموقع.

يعتـــبر الاقتصادي "أنطوان أوجســـتين كورنو" Antoine Augastin Cournot (1801–1877) هـــو أب الاقتصاد الرياضي، حيث أنه كما ذكرنا مسبقاً هو أول من استخدم المنطق الرياضي في التحليل الاقتصادي و بنجاح. كانت كتابته في مؤلفه "المبادئ الرياضية لنظرية الـــثروة " Recherches Sur les Principes Mathematiques (1838) أول محاولـــة رائـــدة لاســـتخدام صـــيغ و رموز التحليل الرياضي، و كان مدافعاً عظيماً عن الأسلوب الرياضي و أهميـــته في العلوم الاقتصادية. اهتم "كورنو" في دراسته بتفسير نظرية الثروة و التي تشتمل على القيمة و السعر، المخزون، المنافسة و الاحتكار،الرفاهية الاجتماعية وغير ذلك. إلا أن

أهم أعماله كانت فيما يخص العرض و الطلب في تحديد السعر، حيث استخدم دوال العرض والطلب لتفسير السعر وفق حالات السوق متدرجاً من المنافسة التامة و حتى الاحتكار.

لم يكن لدى "كورنو" أدنى شك في أن أبحاثه و استخداماته للرموز لن تستقبل جيداً [9]. و بـــالفعل فقــد أهملــت أبحاثه و لأكثر من ثلاثين عاماً، فلم ينتشر بعدها استخدام الأسلوب الرياضـــي فـــي الدراسات و البحوث الاقتصادية إلا في السبعينات من القرن التاسع عشر، و بالـــتحديد مـــنذ أن هبت الثورة الحدية Marginal Revolution أو ما عرف بالثورة السبعينية للـــنظرية الاقتصـــادية بأســـلوبها الرياضي. كان ذلك على أيدي كل من "فالراس"، "منجر"، "جـــيفونز" و غـــيرهم. و رغـــم أن "كورنـــو" لم يكن رياضياً بارعاً مقارنة بـــ "بيرنولي" و "لابلاس" وغيرهم من كتاب عصره، إلا أن شهرته تكمن في عمله في التحليل الاقتصادي.

و تظهـــر هنا المدرسة الحدية Marginal School على يد عدد من الكتاب الاقتصاديين، مـــن أبرزهم "جوسن" ، "جيفونز" و "فالراس"، فبالنسبة لـــ "هرمان هنريك جوسن" Hermann Heinrich Gossen (1810– 1858)، فـــيعد أحـــد العباقرة المنسيين رغم إسهاماته الهامة في الـــنظرية الاقتصـــادية. فهـــو يقرر بأن كل ما كان حادثاً من اضطراب فكري حول المعتقد الاقتصادي في عصره يكمن في غياب المعالجة الرياضية للمشكلة الاقتصادية[10]. كما يرجع لـــه الفضـــل في كونه أول من قرر المبدأ الأساسي لنظرية المنفعة الحدية Marginal Utility Theory و بوضوح تام.

أمـــا عن "وليم ستانلي جيفونـــز" William Stanley Jevons (1835–1883) – بإجماع غالبـــية مؤرخـــي الفكر الاقتصادي – فقد أتى بما لم يأت به أي من الاقتصاديين السابقين له. اســـتخدم "جـــيفونز" الرياضـــيات بدقـــة أكـــبر، و أضاف و أعطى الكثير للفكر الاقتصادي الرياضـــي، موجهاً جل اهتمامه لنظرية المنفعة. لم يكتف "جيفونز" بالبحث في مدى إمكانية قـــياس المـــنفعة عددياً (Cardinal Utility) بل ربط أيضاً بين فكرة المنفعة والطلب، ليضع معادلـــته فـــي تحقيق أقصى منفعة من التبادل و بشكل مبسط. هذا ويرى "جيفونز" أن علم الاقتصاد لابد أن يكون رياضياً. و أن القوانين الاقتصادية يمكن ردها إلى عدة مبادئ تصاغ بمصطلحات رياضية، و أن تلك المبادئ إنما تستخلص من المشاعر الإنسانية للذة و الألم.

و تـــرجع شهرة النمساوي "كارل منجر" Carl Menger (1840–1920) إلى "النظرية الشخصـــية" التي نادى بها في تحديده للقيمة، و إلى بحثه في أنواع السلع الاقتصادية و إن لم يكـــن من أنصار المدرسة الرياضية. إلا أن "ليون فالراس" Leon Walaras (1834– 1920) أظهـــر فهمـــاً أكثر عمقاً للقوة التحليلية باعتباره منشئ المدرسة الرياضية في الاقتصاد. فقد

استـخدم الرياضيات لشرح المفاهيم والعلاقات الاقتصادية بدقة لم يتناولها بمثلها أحد من قبل. و نجـح "فالـراس" في التعبير عن إمكانية قياس المنفعة قياساً عددياً، و في وضع المعادلات الرياضـية التي تعبر عن أقصى إشباع Satisfaction ممكن للفرد، شارعاً في تعديل النظرية الاقتصـادية البحـتة إلـى الرياضيات البحتة. فقد تمكن من توضيح العلاقة الصحيحة بين المـنفعة و الطلـب، فكـان بذلك أول من وضع معادلات رياضية تعبر بوضوح عن تحقيق أقصى إشباع كلي للفرد، و بالتالي أقصى رفاهية اقتصادية.

كمـا قـام "فالراس" بوضع ما يعرف بـ "معادلة الميزانية" Budget Equation، و التي أثـارت بتحلـيلها الرياضـي اهتماماً بالغاً من جانب الاقتصاديين المحدثين. و إذا قيل بأن "كورنـو" كان أفضل رياضي في زمانه، فيمكن القول بأن "فالراس" كان أفضل اقتصادي. و قـد دعت براعته في استخدام الأسلوب الرياضي في أبحاثه البعض للقول بأن إنشاء المدرسة الرياضية يعود تاريخه فعلياً إلى "فالراس"، حيث أن عمله و إن كان مسبوقاً بالعمل الرائد لـ "كورنو" يعد أكثر تماماً و تنظيماً (11).

و بذكـر "فالـراس" نذكـر "جوستاف كاسيل" Gustav Cassel الذي تأثر جداً به وتبع مـنهجه فـي التحليل. فكاسيل مهندس سويدي تحول إلى اقتصادي متأثراً بفكر "فالراس" و مطوراً لنظريته و مطبقاً لها بصورة أوسع على التوزيع والنقود. كان من أهم أعماله ابتداعه لمعالجـة رياضـية مجـردة في إنشائه لجدول العرض والطلب و اعتباره الكميات دوال في السـعر. و مـن المعـروف عـن "كاسيل" أن تحليله كان قائماً على الإفراط في استخدامه للأساليب الرياضية و بشكل ملحوظ.

انتشرت أفكار المدرسة الحدية في الثلث الأخير من القرن التاسع عشر و تطورت أكثر منذ أوائل القرن العشرين على يد رواد هذه المدرسة أو ما يعرف بالجيل الأول للفكر الحدي. أمـا الجـيل الثانـي الـذي يتناول أراء تلك المدرسة بالتطوير فكان من أبرزهم "باريتو" و "مارشال" و "شـمبيتر". و كان الاقتصادي و الاجتماعي "فالفريدو باريتو" Vilfredo Pareto (1848 – 1923) مـن أبـرز أنصار المدرسة الحدية، و هو مهندس إيطالي متخصص في الرياضيات شغوف بالسياسة.

يصـنف "بـارتو" كـأحد أفضـل البارعين في الرياضيات، و الذي عزز من آراء و نظـريات "فالـراس" في الاقتصـاد البحت، و أضاف لها عدد من المبادئ الخاصة به. نشر مؤلفاتـه فـي الاقتصـاد السياسي مؤكداً فيها العلاقة بين كل الظواهر الكمية الاقتصادية و قابليـتها للقياس. اشتهر "باريتو" بدراسته لكفاءة الإنتاج و كفاءة استخدام الموارد من منطلق

اهـتمامه بالرفاهية العامة و بالأمثلية. و من بين إسهاماته الكثيرة في علم الاقتصاد، كان ذلك الشرط الذي حدده للتخصيص الأمثل للموارد، و الذي عرف باسمه "شرط باريتو للتخصيص الأمـثل" أو "أمثلـية باريتو" Pareto Optimality و التي صاغها معبراً عنها بأسلوب رياضي مميز.

أمـا عن "ألفريد مارشال" Alfred Marshal (1842- 1924) – رائد الفكر الكلاسيكي الحديـث Neo Classicism – فقـد استخدم الرياضيات بشكل مميز و مركز في مؤلفه "مبادئ الاقتصـاد" Principles of Economics (1890). قرر "مارشال" بأن النتائج التي سيخرج بها مـن علمـه لابـد أن تكون متاحة لجمهور كبير من الناس. و لعلمه بأن الرياضيات لم تكن مقـبولة عمومـاً في زمانه، فقد لجأ إلى استخدام الرياضيات في تحليله دون أن يشغل قراءه بهـذا الأسلوب. فقد اتبع "مارشال" أسلوباً فريداً من نوعه في كتابه، حيث استخدم الحواشي لتفسـيراته البيانية و الرياضية دون أن يتوقف عليها متن الموضوع. فهو يشير في مؤلفه[12] أنـه سـيقوم بتحلـيله الرياضـي للمسائل الاقتصادية التي بحثها في شكل ملحق منفصل و ملحوظـات خارجية، لكي يتيح لأي شخص عادي لا يلم بالرياضيات أن يتابع قراءته بأسلوب بسيط و مفهوم. يرى "مارشال" بأن استخدام الرياضيات البحتة إنما هو أساساً لتمكين الباحث مـن التعبـير عـن أفكاره بدقة، و من أجل استخدامه الخاص فقط، و رغم أهميتها القصوى للاقتصـادي، إلا أنهـا قـد تكـون معرقلة لتوصيل النتائج التي يخرج بها القارئ[13]. و قد اعترف "مارشال" بمديونيته لكل من "كورنو" و "فون ثونين" و تأثره بفكرهم في كتاباته[14].

ظهـر إسـهام "ادجورث" F. Y. Edgworth (1845 – 1926) – الذي ترأس مدرسة "كمـبردج" أثـر وفاة "مارشال" – في الاقتصاد الرياضي عام 1881، حيث تعاملت دراسته لـتحديد السعر في ظل ظروف الاحتكار المختلفة، فضلاً عن إجادته لأفكار و مفاهيم مبدعة فـي الـتوازن العـام و فـي قانون تناقص الغلة Low of Diminishing Returns من الناحية الجـبرية و الرياضـية. و رغـم تعـدد إسهاماته، إلا أن أهمها يتجلى في كونه ابتكر فكرة "منحنيات السواء" Indifference Curves، و التي يطلق عليها اسم "خطوط الارتفاع المتساوي" مضيفاً بذلك تطوراً ملحوظاً في تحليل المنفعة الحدية.

و من الاقتصاديين المعاصرين لمارشال أيضاً، الاقتصادي السويدي "نت ويكسل" Knut Wicksell (1851 – 1926)، و الـذي كان متأثراً بفكر "فالراس" و المدرسة النمساوية بشكل كبـير، فضـلاً عـن تأثره بكل من "ادجورث" و "مارشال". و في الوقت نفسه كان له أثره الواضـح علـى الاقتصـاديين اللاحقين له و من أهمهم "كينز". كان "ويكسل" دارساً للفلسفة

والاقتصـــاد و الرياضـــيات، لذا نجده يتناول الحياة الاقتصادية معبراً عنها بالمنفعة الحدية و مســـتخدماً للمعـــادلات الرياضية و بتوسع. و رغم أن "ويكسل" وجه اهتمامه لدراسة التقدم التكنولوجـــي و الـــنمو الســـكاني Population Growth فـــي معالجـــته للأزمات الاقتصادية Economic Crisis، إلا أن الجانـــب الأكبر من فكره انصرف إلى نظرية رأس المال و الفائدة و الأســـعار، نظراً لتأثره و إلى حد كبير بذلك التدهور طويل المدى في أسعار السلع و أسعار الخصم الذي عاصره خلال الفترة 1873 – 1895.

كـــان الاقتصـــادي الأمريكـــي "أرفـــنج فيشـــر" Irving Fisher (1867 – 1947) من الاقتصـــاديين الذيـــن امتد أثرهم لسنوات طويلة. فقد أعتبر "فيشر" رياضي عظيم في زمانه نظـــراً لاســـتخدامه الأســـلوب الرياضي في الاقتصاد و بطريقة موسعة. فإضافة إلى كونه اقتصـــادي و رياضي فهو أيضاً إحصائي، و واضع للنظريات، مدرس، عالم، و رجل أعمال. و هـــو كاتب خصب الإنتاج له مجلدات كثيرة في الاقتصاد، كان من أبرزها و أكثرها إظهاراً لمهارتـــه الاقتصـــادية و الرياضـــية دراسة بعنوان : Mathematical Investigation in the Theory of Value and Prices (1892)، و التي جعلته كما يراه "شومبيتر" Schumpeter أحد أهـــم الـــرواد في الاقتصاد القياسي و أحد أعظم عشرة اقتصاديين أمريكيين[15]. و قد ركز "فيشر" جل اهتمامه على النقود و مستوى الأسعار، فكانت أعظم مساهماته في مجال النظرية الـــنقدية، كمـــا كـــان مؤلفه "القوة الشرائية للنقود" (1911) محاولة مبتكرة لإضفاء مزيداً من الواقعية إلى المعادلات التجريدية لاقتصاديات التوازن.

تمـــيزت أعمـــال الكلاســـيك المحدثين بضخامتها، واضعة العلاقات بين تلك الجزئيات بصـــورة طـــيعة و مـــرنة للتحليل الرياضي. كما يتضح ميلهم للقياس الكمي و التجريد في أبحـــاثهم و دراســـاتهم الاقتصادية، ليعطوا بذلك طابع مميز لعلم الاقتصاد، و ليقال بأنه على أيـــدي الكلاســـيك المحدثيـــن تم فصل علم الاقتصاد عن دائرة التاريخ و العلوم الاجتماعية، ليصـــبح علم بحث يشتمل على نظريات ثابتة قابلة للتجربة في كل زمان و مكان[16]. إلا أن اســـتخدام الكلاسيك للمنهج الاستنباطي Deductive أو التجريدي Abstract قوبل بنقد شـــديد خاصـــة مـــن جانـــب اقتصـــاديي المدرسة التاريخية Historical School الألمانية[17]. فنجد البروفيســـور "جـــيد" Gide يوضح بأن خطأ المدرسة الكلاسيكية لا يتمثل في إصرارها على استخدام الطريقة التجريدية في البحث، و لكنه يتمثل في اتجاهها إلى المغالاة في التجريد[18]. و علـــى الرغم من ذلك فلا يمكن إنكار ما أضافه الكلاسيك لعلم الاقتصاد و تمكنهم من بناء كـــيان نظـــري قائم على الاتساق بين فرضياته، و من ثم مقدرتهم من التوصل إلى قوانين و تعميمات و مبادئ اقتصادية.

جـاء الـتطور الأكـثر وضوحاً في الاقتصاد الرياضي منذ 1930، أو بالأصح خلال الفـترة التي شهدت انحطاط الكلاسيك المحدثين و ظهور المؤسساتية [19]، ثم التطورات التي حدثت في الحاسبات الإلكترونية إبان الحرب العالمية الثانية، و ما صاحبها من استخدام أوسع للتقنـيات الرياضـية و تطورات تالية في الاقتصاد الرياضي متفرعة إلى المذهب التجريبي Experimentation (الاقتصاد القياسي)، و بناء النماذج الاقتصادية الرياضية في جميع فروع التحليل الاقتصادي.

و بظهور طرق البرمجة الرياضية، تبلور دور بحوث العمليات Operations Research خاصـة فـي بداية الحرب العالمية الثانية، عندما استدعت الحكومة البريطانية مجموعة من الخـبراء لغرض دراسة المشاكل الاستراتيجية التي تواجهها خاصة في مجال الدفاع، بغرض تحقيق أمثل اسـتخدام للأجهزة و المعدات الدفاعية، و كذلك الموارد البشرية[20]. و قد حقق العلمـاء تفوقاً ملحوظاً بوضعهم الأسس الرياضية اللازمة لإيجاد أفضل الحلول بين مجموعة من البدائل. تبعت بريطانيا في ذلك عدة دول منها كندا و الولايات المتحدة و فرنسا.

و قد يكون من الصعب أن نحدد و بدقة بداية ظهور بحوث العمليات كعلم مستقل بذاته، فقـد تـرجع الأصـول النظرية لجداول المدخلات و المخرجات Input/ Output Tables إلى الاقتصـادي الفرنسـي "فرانسوا كيني" – الذي سبق الحديث عنه– واضع الجدول الاقتصادي عـام 1758. أو قـد تكون بحوث العمليات قد ظهرت أيضاً تحت ما يعرف بالإدارة العلمية Scientific Management علـى يـد رواد حركة الإدارة العلمية[21]، بحيث طورت رسومهم البيانـية و اسـتخدمت كأسـاس لظهور أسلوب تقويم و مراجعة البرامج "بيرت" Program Evaluation & Review Technique (PERT).

هـذا و قـد أعطـت دراسة المهندس الدانمركي "إيرلنج" A.K.Erlang (1907) دفعة للاقتصـاديين و الرياضيين للتفكير في حل الكثير من المشكلات الاقتصادية باستخدام نظرية خطوط الإنتظار Queuing Theory. كان ذلك عندما قام "إيرلنج" بإجراء تجارب على مشكلة كـثرة المكالمـات الهاتفية و التأخير في الرد عليها بشركة "كوبنهاجن" للهواتف، و تمكن من معالجة هذه المشكلة.

و مـع نشـوب الحـرب العالمية الأولى عام 1974، قام "لانكستر" F.W.Lanchester بنشـر أبحاثـه التي تدرس العلاقة النظرية بين تحقيق النصر للحلفاء على الألمان باستخدام ظاهـرة التفوق العددي في الجنود و قوة النيران. هذا و قد تمت في عام 1921 أول محاولة لصـياغة نظرية المباريات Game Theory بواسطة "أميل بوريل" E. Borel، إلى أن استطاع

"جـون فـون نويمـان" John Von Neumann نشر النظرية – التي ارتبط بها اسمه – عندما أثبتـت النظرية الأساسية فيها و المتمثلة في نظرية النهايات الصغرى للنهايات العظمى. كان لـ"نويمان" دور أساسي في تقدم الاقتصاد القياسي تماماً كما في الاقتصاد الرياضي البحت. فهو رياضي له اهتماماته الاقتصادية، ويعتبر نموذجه في الاقتصاد المتطور من أهم الأعمال التي قدمت في مجال البرمجة الخطية (1935)[22].

كمـا يجـدر بـنا أن نشير هنا – بمعزل عن بحوث العمليات – إلى الاقتصادي "جون ميـنرد كينز" John Maynard Keynes، و الذي حولت دراسته النظر إلى التحليل الاقتصادي الكلي Macro-economics، و جعلت الدراسات و البحوث بعده تتجه في اهتماماتها للمتغيرات الاقتصـادية الكلـية. و قـد كانـت الأسـاليب المتبعة في معظم تلك الدراسات و البحوث الاقتصـادية تجمـع بيـن الرياضيات و الإحصاء، بإدخال الكميات الاقتصادية في معادلات جبرية أو ما يعرف بالاقتصاد القياسي[23].

قـدم "كينز" أفكاراً اقتصادية جديدة أدت إلى قلب موازين الفكر الاقتصادي السائد رأساً علـى عقـب، وكـان لـه فضلاً كبيراً في تطور الاقتصاد الحديث ليشكل مدرسة بحد ذاتها "المدرسـة الكـنزية" Keynesian School (Keynesianism). تعـرض "كيـنز" بشكل مفصل للتقلبات الاقتصادية الدورية من خلال معالجته للبطالة، وقدم تفسيراً جديداً للكيفية التي يتم بها تحديد مستوى التوظف في مؤلفه "النظرية العامة للتوظف، الفائدة، و النقود" General Theory of Employment, Interest and Money (1936). تـناول فـي دراسته مناقشة أسباب الكساد العظـيم Great Depression (1929–1932)، و أظهرت معتقداته و آرائه تأثيراً كبيراً على السياسات الأمريكية.

و بحلـول الحرب العالمية الثانية – كما سبق و ذكرنا – عهد إلى مجموعة من العلماء البريطانيـن بمسـاعدة الإدارة الحربـية فـي استخدام الرادارات الحديثة لرصد الطائرات الألمانـية. فكانت هذه المجموعة هي أول مجموعة بحوث عمليات (1939)، تلتها مجموعة ثانـية فـي عام 1940 عهد إليها بدراسة مشكلة التصويب لإسقاط الطائرات الألمانية. أطلق على هذه المجموعة اسم المجموعة البحثية لقيادة العمليات المضادة للطائرات Anti Aircraft Command Research Group، كمـا عـرف هذا الفريق أيضاً بفريق "بلاكت" عندما ترأس عـالم الطبـيعة البريطاني "بلاكت" M.S.Blackett هذه المجموعة لإجراء الدراسات الخاصة باستخدام معدات القتال بواسطة الجنود البريطانيين ضد القوات الألمانية.

و بـــيد أن القـــوات البرية و البحرية الأمريكية عرفت بحوث العمليات في حل مشاكلها الحربـــية، إلا أن بحوث العلميات لم تأخذ دورها الحقيقي في الولايات المتحدة، حتى قام العالم الأمريكـــي "جـــورج دانـــتزج" George Dantzig عام 1947 بالتوصل إلى طريقته العلمية و الـــناجحة للـــبرمجة الخطـــية linear Programming و هـــي طريقة "السمبلكس" أو الطريقة المبســـطة Simplex Method. فكانت شركات البترول الأمريكية أولى الشركات التي طبقت أســـلوب البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج. أدى عمل "دانتزج" إلى اهتمام كبير و ملحوظ بمشكلات الأمثلية، أو إيجاد أفضل الحلول الممكنة لمشكلات عديدة.

قـــبل "دانـــتزج" قـــدم الاقتصادي الروسي "كانتروفيتش" Kantrovich (1939) أبحاثه المتعلقة بمشكلة التقطيع الأمثل للألواح والاستخدام الأمثل للموارد وتخطيط الأنشطة مستخدماً الطرق الرياضية و التي تضمنها كتابه: The Best Use of Economic Resources ، المنشور فـــي عـــام 1965. أمـــا "كيسليفي" Keslivi فقد قدم صياغة لمشكلة تحديد الطاقة الإنتاجية المثلى لتصنيع عدة أنواع من المنتجات على آلات مختلفة.

و هـــنا يأتي "فسيلي ليونتيف" Wassily Leontif (1941)، ليضع نموذجه المشهور في تحلـــيل المدخـــلات و المخـــرجات، و ليبيـــن فـــيه كيفية توزيع مخرجات كل صناعة على الصـــناعات و القطاعات الأخرى للاقتصاد. أي يبين النموذج العلاقات المتداخلة في نواحي النشـــاط الصـــناعي المخـــتلفة، و ذلـــك فـــي دراسته لنموذج الدخل و الإنفاق في الاقتصاد الأمريكـــي. يعتـــبر الـــنموذج مـــن الأدوات التحليلـــية الهامة و الفريدة القادرة على تحليل المشكلات الاقتصادية على المستوى القومي، و أداة رئيسية في عمليات التخطيط[24].

دخلت الولايات المتحدة الأمريكية في تلك الفترة ثورة صناعية و المتمثلة في الحاسبات الإلكترونـــية، الأمـــر الذي ساعد على ظهور نظم حديثة، وتطلب تعديل الحاسبات كأداة هامة لحل المشكلات. و قد كان لظهور الحاسبات و علوم تكنولوجيا تحليل النظم و نظم المعلومات الأثـــر الكبـــير فـــي استخدامها كأداة هامة ساهمت في انتشار أكثر لبحوث العمليات، ليظهر أسلوب المحاكاة Simulation و طريقة مونت كارلو Monte Carlo Method[25]،هذا إضافة إلى الـــبرمجة الديناميكية Dynamic Programming التي صاغها العالم الأمريكي "ريتشارد بلمان" R.Bellman عام1950. أما عن البرمجة اللا خطية Non-Liner Programming، فقد نشر كل مـــن "توكر" و "كوهن" Tuhn & Tucker عام 1951 أبحاثاً خاصة بمشكلة هذه البرمجة، هذا فضلاً عما قدمه بعدهما كل من "شارنيز" و "ليمك" Charnes & Lemke و ذلك عام 1954.

و في عام 1958 تمكن "جوموري" Gomory من إعداد طريقة تستخدم لحل المشكلات التـــي تتطلب وحدات صحيحة للحل وهي طريقة "البرمجة الصحيحة"Integer Programming. كمـــا ظهرفي الولايات المتحدة خلال تلك الفترة نظام للمعلومات Information System يقوم علـــى أساس استخدام الرسوم الشبكية و الحاسبات الإلكترونية. فقد أعد العالمان الأمريكيان "كيلـــي" و "ولكر" Kelley & Walker أول تلك النظم والتي عرفت باسم طريقة المسار الحرج Critical Path Method، ليظهر في الوقت نفسه أسلوب تقويم و مراجعة البرامج (بيرت)(26).

تمكـــن العلمـــاء و خاصة الأمريكيين منهم بعد ذلك من التعرف على عدد من المشاكل العامـــة كمشـــاكل المخـــزون Inventory Problems و التخصـــيص الأمثل للموارد Optimal Allocation of Resources و الجدولـــة Scheduling، وأساليب حل تلك المشاكل. و يجدر بنا أن نشـــير فـــي هذا الصدد إلى أن استخدام بحوث العمليات في عملية تنظيم و رقابة حركة السفن و البضائع في الموانئ تم عن طريق هيئة ميناء نيويورك و ذلك عام 1950.

و بدء من عام 1951 بدأت بحوث العمليات تزحف إلى الصناعة و شركات الأعمال و مخـــتلف الأنشطة الاقتصادية، و أخذت مكانتها و أهميتها في بريطانيا تماماً كما في الولايات المـــتحدة. و كان التقدم الجوهري في تحسين الأساليب المتاحة لبحوث العمليات دوراً رئيسياً في النمو الهائل و السريع في هذا المجال. هذا إضافة إلى تطور الحاسبات الآلية أو ما عرف بقـــيام الـــثورة الإلكترونية The Computer Revolution و التي مكنت من حل المشكلات و تنفـــيذ العمليات الحسابية بأسرع ما يمكن أن يقوم به البشر بآلاف بل بملايين المرات، فكانت هدية رائعة لبحوث العمليات(27).

هلـــل العـــالم فـــي بدايـــة 1951 بظهـــور حاســـب آلي جديد يعرف باسم "يونيفاك1" UNIVAC1 و الـــذي يـــتكون من آلاف الصمامات الإلكترونية ، فكانت هذه بداية جديدة من تطـــورات الحاسب، فتاريخ الحاسب يرجع إلى قبل ذلك بكثير(28). و لكن عام 1951 يسجل الـــبداية الحقيقـــية لعلـــم الحاسبات و الثورة الإلكترونية. ومع اختراع عناصر الترانزستور Transistor ظهرت الحاسبات الصغيرة. واعتباراً من عام1963 ظهرت العديد من الحاسبات صـــغيرة الحجـــم وذات السرعة الفائقة و الدقة المتميزة في أداء العمليات الحسابية، فكان لها دور مـــن الصـــعب إنكاره في تطور الرياضيات و النماذج القياسية و الرياضية و استخدامها في البحوث والدراسات، ليس فقط الاقتصادية والإدارية منها إنما أيضاً الاجتماعية وغيرها.

و يصـــف الكثـــير تطويـــر البرمجة الخطية كأكثر التقدمات العلمية أهمية في منتصف القـــرن العشـــرين، و أن تأثـــيرها منذ عام 1951 كان تأثيراً غير عادي. فتطور الحاسبات

الإلكترونية و ما صاحبه من تطوير في أساليب البرمجة الرياضية ساعدا تبادلياً في حل كثير مـــن المشـــكلات و فـــي عملية اتخاذ القرارات، مما أضفى مزيداً من الدقة والقوة للبحوث و الدراسات الاقتصادية و سواها.

و أخـــيراً، يمكـــن القـــول بأن القرن العشرين شهد تطورات هائلة في مجال استخدام الرياضـــيات فـــي مجـــال التحليل و البحوث الاقتصادية، سواء نتيجة تطور أساليب البرمجة الرياضـــية أو للتوسع في استخدام الحاسبات الإلكترونية الذي خلق المناخ الملائم لدفع عجلة الـــتطور في مجال الاستخدام الرياضي في التحليل الاقتصادي عموماً، يجدر بنا أن نشير إلى أســـماء ظهرت وكان لها دورها البارز، منها " "هنري مور" Henry Moore، "تشارلز كوب" Charles Cobb، "دوجـــلاس" Douglas، "تشينري" Chenery، و "أرو" Arow، و غيرهم كثير ممـــن ســـاهم فـــي استخدام الرياضيات كأسلوب مبسط لعرض العلاقات الاقتصادية و تفسير الظواهـــر المخـــتلفة. و اليوم تحتل الرياضيات الاقتصادية أو ما يعرف بالاقتصاد الرياضي مكانـــة هامـــة جداً في الأبحاث و الدراسات الاقتصادية، بل وفي المجالات المختلفة الأخرى لدرجة أصبحت الرياضيات فيها تعرف بـــ"ملكة العلوم" Queen Of Sciences [29].

ثانياً – أنـــــواع النماذج الرياضية

لقد ساء استخدام كلمة "نموذج" Model في الآونة الأخيرة لدرجة أصبحت فيها تستخدم لوصـــف أي محاولـــة لتوصيف أو تحديد نظام بغرض الدراسة[30]. و لكن النموذج هو في الواقـــع صـــورة مصغرة للنظام تهدف إلى توضيح أحد مظاهر الحقيقـــة التي يعمل بها هذا الـــنظام. أما النموذج الاقتصادي Economic Model فهو "مجموعة من العلاقات الاقتصادية التـــي توضـــع عادة بصيغ رياضية تسمى المعادلة (أو مجموعة من المعادلات) Equations التـــي تشـــرح سلوكية أو ميكانيكية هذه العلاقات التي تبين عمل اقتصاد أو قطاع معين"[31]. فالنموذج الاقتصادي ما هو إلا صورة مبسطة توضح طبيعة النشاط الاقتصادي لقطاع معين، أو دولـــة معينة خلال فترة زمنية معينة على شكل رموز و قيم عددية. هذا و يعرف النموذج الاقتصـــادي أيضـــاً بأنه عبارة عن "تمثيل أو تصوير مبسط لنسق اقتصادي معين أو مشكلة اقتصادية معينة في قالب رياضي يشمل عدداً من العلاقات الدالية التي تمثل أو تصور سلوك النسق أو طبيعة المشكلة والترابط بين أجزائها"[32].

هـــناك أنواع عديدة من النماذج تختلف باختلاف طبيعة التقسيم، نوردها وفق تقسيمات مختلفة (كما يتضح من الشكل رقم (3–1))، و على النحو التالي[33]:-

<u>1 – تقسيم أو تصنيف رئيسي للنماذج :</u>

أ– نمـــاذج معـــيارية Normative Models: و هي تلك النماذج التي تهدف إلى وصف ما يجب أن يكون كنماذج البرمجة الخطية أو نماذج التفاضل Derivative.

ب– نمـــاذج وصفية Descriptive Models: و هي النماذج التي تهدف إلى وصف الحقائق و العلاقات القائمة فعلاً كالمحاكاة، و نماذج خطوط الانتظار Queuing Models.

<u>2 – تقسيم النماذج على أساس درجة التجريد :</u>

أ– نمـــاذج طبيعـــية Physical Models: و هي تلك النماذج التي تهتم بوصف الحوادث أو الظواهـــر عند لحظة معينة، حيث تصور الحقائق في شكل نماذج صغيرة. و يمكن أن تعتبر الصور الفوتوغرافية نماذج طبيعية.



شكل رقم (٤-١) أنواع النماذج الاقتصادية

ب- نمـــاذج هندســـية Diagrammatic Models: يقصـــد بها النماذج التي تصف خصائص الحدث محل الدراسة ممثلة مواقف حركية معينة على هيئة رسوم توضيحية. و النماذج الهندسية قد تكون نماذج تناظرية Analogy كمنحنى الطلب، أو نماذج ذات أبعاد Scale كالخرائط التنظيمية، أو نموذج السفينة مثلاً.

ج- نمـــاذج التخطـــيط Schematic Models: و هي عبارة عن تلك النماذج التي تتمثل في تدفقـــات العملـــيات عند مراحل معينة خلال الانتهاء من تصنيع منتج معين، كعمليات التخزين أو التأجير و خلافه.

د- نمـــاذج مماثلة Analogue Models: نماذج المماثلـــة أو نماذج التناظـــر هي نوع من النماذج الهندسية و التي تمثل نظام معين باستخدام بعض خصائص النظـــام الإجمالي، كالخـــريطة مثلاً، حيث تمثل نموذج مناظر أو مماثل توضح عليه المدن أو الطرق أو التضاريس.

هـــ - نمـــاذج رياضـــية Mathematical Models: هي نماذج على درجة عالية من التجريد توضع بصورة رياضية لشـــرح ســـلوك معين أو لتمثيل علاقة معينة بين متغيرات محـــددة مســـتخدمة الرموز الجبرية (لذا تعرف بالنمـــاذج الرمزيـــة Symbolic). و النماذج الرياضية تصنف بدورها وفقاً للغرض منها إلى:-

- نماذج وصفية Descriptive تصف علاقات معينة.
- نماذج توضيحية Explanatory توضح سلوك العلاقات المكونة لها.
- نماذج تنبؤية Predictive تتنبأ بسلوك العلاقات تحت شروط معينة.

3 - تقسيم النماذج على أساس درجة التأكد :

أ- نمـــاذج محـــددة Deterministic Models: النماذج المحددة و اليقينية هي تلك النماذج التـــي تفـــرض شرط التأكد الكلي و المعرفة الكاملة بطريقة الإنتاج و الأسعار، حيث يرتـــبط فيها بكل سلوك معين نتيجة محددة مثل نماذج البرمجة الخطية و اللاخطية و شبكات الأعمال و غير ذلك.

ب- نمـــاذج احتمالـــية Probabilistic Models: هـــي تلك النماذج التي لا يكون فيها التنبؤ بدرجـــة مؤكـــدة، بحيـــث تتضمن قدراً من عدم الثقة و عدم التأكد، حيث يرتبط بكل ســـلوك عدد من النتائج قابلة الحدوث باحتمالات معينة. و هي بذلك يمكن استخدامها

فـــي تحلـــيل كثير من المشكلات التي يكون فيها للقدرة على التنبؤ دوراً واضحاً، مثل نماذج المحاكاة و التنبؤ و البرمجة الاحتمالية.

4 – تقسيم النماذج على أساس الشكل أو الهيكل :

أ-نمـــاذج التوطين Allocation Models: يقصد بها النماذج التي تتناول مشاكل الاستخدام (التخصـــيص) الأمـــثل للموارد، كتشغيل السفن على الخطوط الملاحية مثلاً باستخدام معيار القرار Decision Criterion، كتعظيم الإيرادات أو خفض تكاليف التشغيل.

ب- نماذج الإحلال Replacement Models: وهي النماذج التي تعنى بمشاكل إحلال وحدات أكثر اقتصاداً و أوفر تكلفة محل الوحدات الحالية و تحديد التوقيت الأمثل للإحلال.

ج- نمـــاذج المخزون Inventory Models: هي النماذج الخاصة باستخراج الكمية الاقتصادية للطلب Economic Order Quantity و الحجم الأمثل للطلب، و ذلك في سبيل تخفيض تكاليف الطلب من ناحية، و تخفيض تكاليف التخزين من ناحية أخرى.

5 – تقسيم النماذج على أساس إمكانية القياس :

أ- نمـــاذج كمـــية Quantitative Models: هـــي تلك النماذج ذات المتغيرات و العلاقات القابلة للقياس الكمي من وزن و طول و مساحة ..الخ.

ب- نمـــاذج نوعية (غير كمية) Qualitative Models: و هي النماذج التي لا يمكن قياسها كمـــياً إنما توصيفها أو ترتيبها، كالجنس، اللون، الديانة، درجة الثقافة و التعليم و غير ذلك.

6 – تقسيم النماذج على أساس الشكل الرياضي للعلاقة :

أ- نمـــاذج خطـــية Linear Models: هـــي الـــنماذج التي تتخذ معادلاتها الهيكلية الصورة الخطـــية، حيـــث تكون معادلاتها من الدرجة الأولى، ويعبر عنها بيانياً على شكل خط مستقيم.

ب- نمـــاذج لا خطـــية Non-Linear Models: النماذج التي تكون كل متغيرات معادلاتها أو بعضها ذات أساساً أعلى من الدرجة الأولى، كأن تكون معادلاتها من الدرجة الثانية أو الثالـــثة، كالمعـــادلات الأسية Exponential Equations و المعادلات اللوغاريتمية Log Equations.

7 – تقسيم النماذج على أساس دور الزمن :

أ- النماذج الساكنة Static Models: هي تلك النماذج التي تكون كافة المتغيرات الداخلة في تركيب معادلاتها بدون فترة تخلف زمني Lag Variable، بمعنى أنها نماذج لا تأخذ عنصر الزمن في الاعتبار كمتغير، مثل نماذج البرمجة الخطية.

ب- النماذج الساكنة المقارنة Comparative Static Models: و هي تلك النماذج التي يتم بواسطتها مقارنة وضعين أو أكثر من الأوضاع أو الحالات الساكنة، أي هي التي تقارن حالة معينة في فترة زمنية معينة بأخرى في فترة زمنية أخرى.

ج- النماذج الحركية Dynamic Models: هي تلك النماذج التي يظهر فيها الزمن بوضوح كمتغير في تركيب معادلاتها و بقيمتها في وقت معين أو خلال فترة زمنية معينة، وهي بذلك تمثل الوضع الأكثر واقعية. و النماذج الحركية (الديناميكية) تنقسم بدورها إلى نماذج حركية مستمرة و نماذج حركية متقطعة.

8 – تقسيم النماذج على أساس طريقة الحل :

أ- النماذج التحليلية Analytical Models: هي تلك النماذج التي تستخدم لحل مشاكل الأمثلية، وهي نماذج تستخدم حل عام في شكل تجريدي، محددة الحل في شكل رموز، أو نماذج تستخدم طريقة عامة General Methodology (Algorithm) لحل مشاكل محددة.

ب- نماذج المحاكاة Simulation Models: يقصد بها تلك النماذج التي تستخدم لمحاكاة أو مضاهاة المشكلة المعنية بمشكلة حقيقية قائمة مثل مشاكل المخزون أو الإنشاءات أو المشاكل المتعلقة باتخاذ قرار معين كقرار إمداد سفن الأسطول الحالي بسفن جديدة وما إلى ذلك. هذا في حالة ما إذا كان من الصعب حل المشكلة بالطريقة التحليلية.

9 – تقسيم النماذج على أساس شمولية النموذج أو درجة التجميع:

أ- نماذج كلية Macro Models : و هي تلك النماذج التي تستند في معادلاتها على التحليل الاقتصادي الكلي لمتغيرات الاقتصاد القومي ، أي التي تختص بقطاعات كاملة في الاقتصاد القومي كالدخل القومي و الناتج و الاستهلاك الكلي ، وما إلى ذلك .

ب- نمـــاذج جزئـــية Micro Models : و هـــي تلك النماذج الوحدية التي تختص بالوحدات الصـــغيرة مـــن القطاعـــات الاقتصـــادية ، أي هي النماذج التي تستند معادلاتها على التحلـــيل الاقتصـــادي الجزئي ، بحيث تعالج سلوك منتج فرد أو مستهلك فرد أو أي جزء من قطاع إنتاجي أو اقتصادي معين في الاقتصاد القومي ، كنموذج الطلب على ســـلعة ما أو نموذج توازن سوق معين .

10 – تقسيم النماذج على أساس مدى مشاركة الاقتصاد في التجارة الدولية :

أ- نماذج مغلقة Closed Models: و يقصد بها النماذج التي تشتمل على عدد من المعادلات الممثلة للقطاعات الاقتصادية المختلفة بدون أن يظهر فيها قطاع التجارة الخارجية من صادرات وواردات.

ب- نماذج مفتوحة Opened Models: يقصد بها النماذج التي يظهر من خلالها قطاع التجارة الخارجية في المعادلات الممثلة للاقتصاد القومي.

هـــذا ويمـــيل الـــبعض إلى تقسيم النماذج أو مشاكل القرار وفقاً لموضوعات أو طبيعة الدراسة [34]، و التي يمكن أن نورد بعضها فيما يلي:-

- تقســـيم النماذج حسب نوع المنتج إلى سلعة أو منتج استهلاكي Consumer Good و منتج صناعي Industrial Good.
- تقســـيم الـــنماذج حســـب الـــتكامل الوظيفي إلى تجارة جملة Wholesaler و تجارة تجزئة Retailer.
- تقســـيم النماذج حسب عمليات التشغيل Operations إلى نماذج تجميع Assembly و نماذج تخزين Storing و نماذج نقل Transportation.
- تقســـيم الـــنماذج حسب الموقف الاقتصادي Economic Situation إلى نماذج منافسة كاملة (تامـــة) Pure Competition، نمـــاذج منافســـــة قلـــة Oligopoly، و نمـــاذج احتكار Monopoly.. الخ.

ثالثـاً – بنـاء النموذج الاقتصادي الرياضي

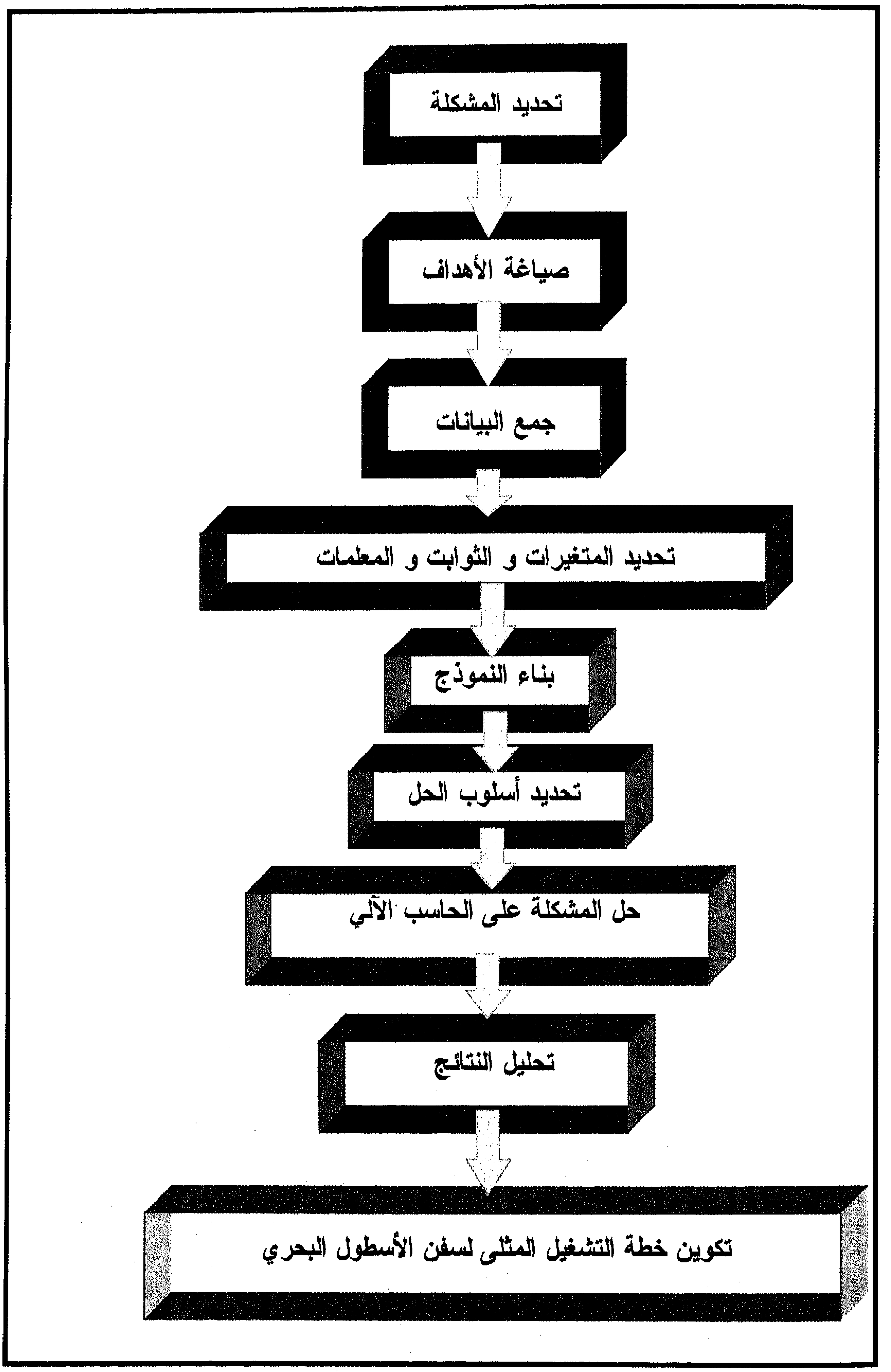
النموذج الاقتصادي هو عبارة عن إطار نظري لا يشترط أن يكون نموذجاً رياضياً، و لكـن إذا حـدث و كـان رياضـياً فإنه عندها يعطي ترجمة للعلاقات النظرية بين عدد من المتغـيرات فـي صورة علاقات رياضية، و بذلك يتكون النموذج من معادلات تصف هيكل الـنموذج و تربط المتغيرات بعضها ببعض. و يتمثل بناء النموذج Model Building أو ما يعرف بتوصيف النموذج Specification في كيفية التعبير عن النظرية الاقتصادية أو صياغة العلاقـات الاقتصادية محل الدراسة بأسلوب رياضي، أي في صورة معادلة أو مجموعة من المعادلات أو المتباينات.

تخـتلف الـنماذج الاقتصادية وفقاً لطبيعة بناء و توصيف النموذج إلى نماذج رياضية Mathematical Models و نمـاذج قياسية Econometric Models، وما يعنينا هنا هي النماذج الاقتصـادية الرياضـية و كيفـية توصيفها، و تحديد نوع النموذج الذي سنقوم ببنائه هل هو ديناميكي أم ستاتيكي، محدد أم غير محدد. فكما نعلم أن النماذج التي تستخدم في الشركات و لاتخـاذ قـراراتها التشـغيلية، إما أن تكون نماذج برمجة رياضية، نماذج محاكاة، أو نماذج مدخـلات/مخرجات. و عليه تكون هذه النماذج إما نماذج أمثلية، نماذج استكشافية، أو نماذج وصفية على التوالي[35].

تعـنى دراستنا هذه بنماذج الأمثلية و البرمجة الخطية (من البرامج الرياضية) في سبيل تحقـيق أمثلـية تشغيل سفن الأسطول البحري السعودي. و عليه نتناول الكيفية التي يتم بها بـناء الـنموذج الرياضي، حيث تتضمن عملية توصيف النموذج وحل نماذج تحقيق التشغيل الأمـثل بالـبرمجة الخطـية المراحل أو الخطوات الموضحة بالشـكل رقم (4–2)، و التي نتنـاول كل منها فيما يلي:–

<u>المرحلة الأولى : صياغة المشكلة :–</u>

يقصد بصياغة المشكلة Problem Formulation التعريف بالمشكلة محل الدراسة و التي يـراد وضع نموذج لحلها، و تحديدها تحديداً واضحاً دقيقاً و موجزاً في الوقت نفسه. و من المفـيد فـي هذا الصدد صياغة المشكلة على هيئة سؤال يجعل المشكلة تبدو أكثر وضوحاً، حيـث أن صيغة الاستفهام تقتضي وجود إجابة واضحة و محددة بالضرورة، و تكون الإجابة هنا هي الهدف من الدراسة.



شكل رقم (4-2) مراحل حل النموذج الرياضي للبرمجة الخطية

و تتصل عملية تحديد المشكلة بتحديد المصطلحات المستخدمة في صياغة المشكلة ذاتها، حيث أن التعريف مهم جداً في هذا المجال لجعل المصطلحات و المفاهيم قابلة للقياس، و لتوضيح معناها و المقصود منها[36]. و على ذلك نقول بأنه عند تحديد مشكلة البحث يتعين مراعاة ما يلي:-

1- مراعاة الدقة والعناية في تحديد المشكلة باستبعاد العوامل التي لا تتناولها الدراسة و لا يحتويها النموذج.
2- تعريف المصطلحات و المفاهيم المستخدمة في صياغة المشكلة بدقة و وضوح و الابتعاد عن العبارات الغامضة والغير واضحة.
3- صياغة المشكلة على هيئة سؤال يتطلب إجابة واضحة محددة.

أما عن المشاكل التي يمكن أن تثور في مجال النقل البحري و تشغيل السفن، فالأمثلة عليها كثيرة جداً. نورد منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:-

1- المشاكل المتعلقة بخدمة السفينة منذ دخولها الميناء و حتى مغادرتها منه.
2- المشاكل المتعلقة بتوزيع السفن على الخطوط الملاحية المختلفة و جدولة الإبحار، الخروج من الموانئ، والتخصيص الأمثل للعمل على الخطوط الملاحية المختلفة (محل الدراسة).
3- المشاكل المرتبطة بمناولة البضائع منذ تفريغها من السفن وحتى تسليمها للعملاء.
4- المشاكل المتعلقة بخدمة التجارة الخارجية و نقلها على سفن وطنية أو على سفن أجنبية.
5- المشاكل المتعلقة بالتخصيص الأمثل للعمالة على السفن أو أرصفة الميناء أو في المخازن.
6- المشاكل المتعلقة بتحديث الأسطول البحري وتعزيزه بالسفن الكبيرة والحديثة للاستفادة من الاعتبارات الاقتصادية للحجم و التكنولوجيا المتقدمة.
7- المشاكل المرتبطة بالاستثمار في السفن و الموانئ و الترسانات.
8- المشاكل المرتبطة بالتخزين و اختيار المناطق الملائمة داخل و خارج الميناء و تحديد مواقع هذه المخازن.

<u>المرحلة الثانية : صياغة الأهداف :-</u>

إن تحديد المشكلة من قبل الباحث أو القائم ببناء النموذج الرياضي يقوده إلى تحديد مماثل لأهدافه من وراء الدراسة. و يتطلب الأمر هنا إيجاد المعيار الذي سيتم على أساسه اختيار أفضل بديل من البدائل العديدة المتاحة. هذا التحديد للبدائل يدخل ضمن ما يعرف بنظرية

القـــرار Decision Theory[37] ويـــتم على أساسه حل المشكلة محل الدراسة. و الأهداف التي يضعها أي مشروع و يصبو لتحقيقها لا تخرج عن نوعين أساسيين من الأهداف هما[38]:-

1- أهـــداف منضـــبطة Retentive Objectives: و يقصد بها الأهداف التي يتم توجيهها لحفظ مـــوارد لهـــا قـــيمة معيـــنة (كالطاقة، الوقت، الحجم و النقد). و يمكن الإشارة إلى هذه الأهداف كمدخلات Inputs للنموذج.
2- أهداف مكتسبة: و التي يقصد بها مخرجات القرارOutputs.

و تكـــون مشكلة تحديد الهدف أو اختيار المعيار الذي يستخدم هنا من أهم المشاكل التي تواجـــه متخذي القرار. فقد يكون المعيار هو تحقيق أقصى ربح في الأجل القصير أو تعظيم الأربـــاح في الأجل الطويل، أو تعظيم الإيرادات، أو غيرها من المعايير التي قد يهدف إليها التنظـــيم. و يعـــرف تحديـــد الهدف وصياغته ببناء دالة الهدف Building the Objective Function في نموذج البرمجة الخطية.

و عـــند بـــناء النماذج التي تخدم الشركات الملاحية، فإن الهدف (معيار التشغيل الأمثل الذي تناولناه مسبقاً) قد يكون واحداً مما يأتي[39]:-

1- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر ربح ممكن.
2- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة بأقل تكلفة تشغيل.
3- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة بأكبر إيراد كلي ممكن.
4- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لنقل أكبر حمولة ممكنة.
5- تشـــغيل ســـفن الأســـطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر إيرادمن العملات الأجنبية.
6- تشـــغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر قيمة مضافة.

إضـــافة إلى ذلك هناك العديد من الأهداف الأخرى التي يتعين اختيار هدفاً محدداً منها، و الكفيل بإيجاد الحل الأمثـــل لمشـــكلة البحث التي أنشئ النموذج من أجلها.

<u>المرحلة الثالثة : جمع البيانات :-</u>

تتمـــثل الخطـــوة الثالـــثة من خطوات بناء النموذج الرياضي في جمع البيانات اللازمة للنموذج، والتي تختلف باختلاف طبيعة المشكلة المطروحة. فالبيانات اللازمة لدراسة الطلب على ســـلعة ما غير تلك اللازمة لتحليل أنماط الاستهلاك أو تسويق سلعة معينة أو غير ذلك، فالبـــيانات تخـــتلف مـــن مشـــكلة لأخرى. فبعد الانتهاء من تحديد الهدف، تتضح لنا نوعية

البيانات التي يتوجب جمعها عن المتغيرات التي يحتويها النموذج، و يتعين علينا عندها إعداد خطـــة لجمـــع البـــيانات و ترتيبها و تبويبها. هذا فضلاً عن تحديد ماهية البيانات، فهل هي بـــيانات سلاســـل زمنية Time Series Data تصف سلوك المتغير عبر الزمن؟ أم هي بيانات مقطعـــية Cross Section Data تعطـــي القـــيم التي يجب أن يأخذها المتغير في لحظة زمنية معيـــنة! أو حـــتى بـــيانـــات وهمـــية (صماء) Dummy Variables، و التي يفترض لها قيمة تحكمية(40).

هـــذا و يتعين بعد تحديد نوعية البيانات المناســـبة للمشكلة محل الدراسة تحديد مصادر البـــيانات. أي هـــل يمكن الحصول على البيانات المطلوبة من المصادر الثانوية؟ و هي تلك التي تقوم بنشرها الهيئات و الأجهزة الإحصائية أو الحكومية، أم هل سيقوم الباحث بالحصول على البيانات اللازمة بمجهوده الخاص؟ أي بما يعرف بالمصادر الأولية أو الميدانية، هذا في حالـــة تعذر حصوله على البيانات اللازمة من المصادر الثانوية لأي سبب من الأســـباب. و عـــند الاعـــتماد على المصادر الميدانية في الحصول على البيانات يلزم تحديد الطريقة التي ســـتتبع فـــي الحصول عليها، هل هي طريقة الحصر الشـــامل Complete Enumeration ؟ أم طـــريقة العينات Samples (41) ؟. و تتضمن عملية جمع البيانات إضافة إلى كل ما سبق، عملـــية فهرسة البيانات وترتيبها بالكيفية التي تخدم المشكلة و تسهل تطبيقها على المتغيرات الخاصـــة بالـــنموذج، هذا مع مراعاة دقة البيانات و صحتها بقدر الإمكان في سبيل الحصول على أفضل النتائج و أكثرها صحة.

و فـــي مشكلة التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي على الخطوط الملاحية المختلفة يلزمـــنا تحديـــد مجموعة من البيانات المتعلقة بسفن الأسطول السعودي من حيث الحمولة، و الســـرعة، فترات التشغيل، التوقف، عدد الرحلات، و غير ذلك. كما يتوجب الأمر الحصول علـــى مجموعـــة أخـــرى من البيانات الخاصة بالخطوط الملاحية، الحمولات المتاحة للنقل، الموانـــئ الواقعة على كل خط ملاحي، و مسافات الإبحار. هذا إضافة إلى البيانات المتعلقة بالتشـــغيل و شـــحن البضـــائع من تكاليف و إيرادات و خلافه، وغير ذلك من البيانات التي سنتناولها و بالتفصيل في الأجزاء اللاحقة من الدراسة.

المرحلة الرابعـــة : تحديد المتغيـــرات و الثوابت و المعلمات :-

يهـــتم القائمون ببناء النماذج الرياضية بتحديد نوع المتغيرات التي يحتويها النموذج. و المتغـــير هـــو الظاهـــرة الاقتصادية المراد قياسها و التي تأخذ قيماً مختلفة (متغيرة)، و عليه

يعـــرف المتغير بأنه عبارة عن "الشيء الذي يمكن أن تتغير قيمته أي أنه يمكن أن يأخذ قيماً مختلفة "[42]، و لذلك فإنه يتم تمثيله برموز بدلاً من عدد محدد.

تنقســـم المتغيرات بصفة عامة إلى متغيرات داخلية Endogenous و متغيرات خارجية Exogenous. المتغـــيرات الداخلـــية هـــي تلك التي تعمل داخل النطاق الاقتصادي، فتتحدد قيمـــتها داخل النموذج من خلال معرفة قيم المعاملات و قيم المتغيرات الخارجية. و تعرف المتغـــيرات الداخلـــية بالمتغيرات التابعة Dependent Variables ، و ذلك لكونها تتبع و تتأثر بالمتغـــيرات الخارجـــية. أمـــا المتغيرات الخارجية فهي المتغيرات التي تعمل خارج النطاق الاقتصادي فتتحدد قيمتها من قبل قوى خارجية أو خارجة عن النموذج. و تعرف المتغيرات الخارجـــية بالمتغـــيرات المســـتقلة Independent Variables، فهـــي تؤثـــر فـــي المتغيرات الاقتصــــادية الداخلـــية و لكنها لا تتأثر بها. و إضافة إلى هذين النوعين من المتغيـــرات، هـــناك متغـــيرات أخـــرى تخضع لتقسيمات مختلفة. فهناك مثلاً متغيرات أساسية Basic و متغـــيرات غـــير أساسية Non-Basic، متغيرات عاطلة Slack و متغيرات إضافية Artificial، وغير ذلك.

و بالإضـــافة إلـــى تحديد متغيرات النموذج يتم أيضاً تحديد الثوابت، و التي يقصد بها الكمـــيات الثابـــتة و التي لا تتغير قيمتها، فالثابت هو المقابل العكسي للمتغير. و هذا الثابت إذا لـــم نعط له قيمة محددة، فيمكنه اتخاذ أي قيمة عددية و عندها يصبح معلمة Parameter، لـــذا يقـــال عن المعلمة بأنها الثابت المتغير. و في نماذج البرمجة الخطية تفرض المتغيرات قيوداً Constraints معينة على الحل. و عليه فإنه في هذا المرحلة و بعد تحديد المتغيرات يتم وضع القيود اللازمة على المتغيرات و عرضها بشـــكل معادلات قابلـــة للحل.

<u>المرحلة الخامسة : بناء النموذج الخاص بتحقيق الأمثلية :-</u>

يـــتم في هذه المرحلة وضع النموذج الرياضي الكفيل بتحقيق الأمثلية، و ذلك بصياغة المشكلة محل الدراسة في قالب رياضي من خلال بناء دالة الهدف و القيود المفروضة، ومن ثـــم ربـــط دالة الهدف بالمتغيرات الممثلة لقيود المشكلة المحددة مسبقاً و التي هي عبارة عن "التعبير الرياضي عن الحدود الموضوعـــة على الموارد و الناتجة عن الطبيعة الفنية للعملية الإنتاجية"[43]. هذا و تأخذ دالة الهدف أحد شـــكلين و هما [44]:-

1- التعظـــيم Maximization: أي إيجـــاد أعلى قيمة لدالة الهدف كتحديد أقصى ربح أو أكبر إيراد..و غير ذلك.

2- التدنــية: أي إيجــاد أدنـــى أو أقل قيمة لدالة الهدف كتحديد أقل تكلفة إنتاج أو أقل خسارة ممكنة.. وما إلى ذلك.

أمـــا عـــن عملـــية وضع القيود في صورة معادلات أو متراجحات عند بنـــاء النموذج فـــتعرف بـــ " بناء قيود المشكلة " Building The Contsraints. و على سبيل المثال، فإن من القيود الخاصة بتشغيل سفن الأسطول البحري ما يلي:-

1- قيود خاصة بفترة تشغيل كل سفينة.
2- قيود خاصة بالحمولات المتاحة على كل خط ملاحي.
3- قيود لا سالبة Non-negativety Consraints.

<u>المرحلة السادسة : تحديد أسلوب الحل :-</u>

في هذه المرحلة يتم اختيار الأسلوب و الخواريزم الملائم لحل النموذج الرياضي، حيث أن لكـــل مشـــكلة البرنامج الرياضي المناسب لحلها. ففي البرمجة الخطية -محل دراســـتنا- يشـــترط أن تكـــون دالـــة الهدف خطية. و يكون الحل الأمثل في هذه الحالة هو أفضل قيمة يجـــب أن تأخذها دالة الهدف في ظل القيود المفروضة عليها، بحيث تأخذ دالة الهدف و كذلك القيود المفروضة صيغة العلاقة الخطية أي معادلات أو متراجحات من الدرجة الأولى، و إلا يكـــون اللجوء إلى البرمجة اللاخطية. و قد تتصف قيود النموذج بالخطية بينما لا تكون دالة الهدف كذلك عندها تستخدم البرمجة التربيعية.

هـــناك أيضـــاً الـــبرمجة الصحيحة و هي برمجة خطية مع ضرورة أن تكون متغيراتها أعـــداداً صحيحة ، بمعنى عدم قابلية المتغيرات أو المخرجات للتجزئة و في الحالات التي لا تعطـــي فـــيها الكسور معنى عملي. أما عندما تتعرض متغيرات المشكلة لتغيرات من فترة زمنـــية لأخـــرى أي عـــندما يكـــون الزمن أحد المتغيرات الداخلة في النموذج فإن البرمجة الديناميكية تمثل الأسلوب الأنسب لحل المشكلة.

<u>المرحلة السابعة : حل المشكلة على الحاسب الآلي :-</u>

إذا كانـــت الـــثورة الصـــناعية Industrial Revolution قد أحدثت انقلاباً في أوروبا في منتصـــف القرن الثامن عشر، فإن القرن العشرين شهد انقلاباً مماثلاً، أحدثته الحاسبات الآلية Computers [45]. فقـــد حـــدث و أن غير ظهور الحاســـب الآلي كثير من المفاهيم و طور مـــن معظـــم أساليب البحث، و ساعد على اجتياز عنصري الزمان و المكان. فقبل استخدام

الحاسبات أو العقول الإلكترونية، كان من الصعب للغاية حل المشاكل المعقدة و النماذج الرياضية التي تحتوي عدد كبير من المعادلات و المعلمات. فلا شك أن إتمام عمليات كهذه يدوياً يتطلب وقتاً طويلاً وقد يتمخض عنه نتائج غير دقيقة.

كان استخدام الحاسبات الإلكترونية أكبر تطور حدث في تداول البيانات و المعلومات في القرن العشرين، فأدخلت الحاسبات في الوحدات الاقتصادية و الحكومية و توسع استخدامها في كافة المنظمات و الوحدات التجارية بمعدل مرتفع للغاية. و أصبحت من الأمور الشائعة الاستخدام حتى في المدارس و المرافق العامة، بل و حتى في المنازل و على نطاق الأسرة. فكان هذا التطور له أثره الكبير في استخدام الحاسبات كأداة هامة لتجميع البيانات و إجراء الدراسات و حل النماذج الرياضية المختلفة، بسرعة فائقة، و كفاءة عالية في الأداء.

و في مجال قطاع الصناعة البحرية، نجد للحاسبات الآلية دوراً بارزاً في تطوير مفهوم إدارة السفينة Ship Management و تشغيلها بما يرفع من مستوى إنتاجيتها و أداؤها الاقتصادي، و يدعم مقدرة الشركات العاملة في هذا القطاع على تشغيل سفنها بكفاءة و فعالية (46). ففي بداية استخدام الحاسبات كانت الشركات الملاحية تستخدم هذه الحاسبات في أقسام محدودة كالمحاسبة و المخازن، أما بعد التطور السريع في الحاسبات الصغيرة و انخفاض تكاليفها، فقد أصبح الحاسب أداة أساسية في معظم نواحي و أنشطة النقل البحري.

هناك العديد من البرامج الجاهزة التي تتاح للمخططين و مشغلي السفن و التي تمكنهم من التخطيط و اتخاذ القرارات. بل يمكن القول بأن هناك أكثر من 100 من البرامج المختلفة التي تغطي موضوعات مختلفة و متنوعة من الصناعة البحرية (47)، و يكون على الشركة الملاحية أو الباحثون في هذا المجال فقط اختيار ما يناسب كل حالة و كل مشكلة من المشاكل التشغيلية التي تواجهها. في هذه المرحلة من مراحل بناء النماذج يتم استخدام برامج الحاسب الإلكتروني لحل المشكلة موضوع الدراسة. و بحل المشكلة و استخراج البيانات و تحليل النتائج يمكن تكوين خطة التشغيل ووضعها بعد ذلك موضع التنفيذ.

رابعاً – استخدامات النماذج الاقتصادية الرياضية في شركات الملاحة البحرية

لـم تكن الرياضيات بالنسبة للاقتصادي أو متخذ القرار في الوحدة الاقتصادية هدفاً في حـد ذاتها، إنما هي مجموعة من الأدوات التي تسهل من عملية اشتقاق النظرية الاقتصادية و صـياغتها. فالـنظرية الاقتصادية Economic Theory هي بطبيعتها تحليلية وصفية، لذا لا تعطـي وصـفاً كـاملاً للظاهـرة الاقتصادية ذات العلاقات المتشابكة و المعقدة. و بوضع الافتراضـات التي تبسط الواقع، فإنه يمكن بناء النماذج الرياضية التي تصور ذلك الواقع أو تساعد على اكتشاف بعض الخصائص للسلوك الاقتصادي ، حيث تستخدم النماذج الاقتصادية و بفعالية سواء للأغراض التفسيرية أو التنبؤية، و لتأكيد العلاقات المتداخلة في الاقتصاد.

و ضعت الكثير من النظريات الاقتصادية بداية بأسلوب لفظي أو أدبي بحت، ثم ما لبث أن ثبتـت قابليتها للنمذجة Modeling، فأعيد صياغتها بوضعها في شكل رياضي. فالنظرية الكـنزية مـثلاً وضـعت فـي أول الأمـر فـي شكل وصفي، و أعيدت صياغتها بواسطة الاقتصـاديين الرياضـيين على شكل معادلات رياضية(48). و لا يمكن أن ننكر كون تطور بـناء النماذج الرياضية كان له دور كبير في توضيح الأفكار الكنزية حيث أصبح من الممكن تحديـد العلاقـة الكمـية بيـن العديد من المتغيرات الأساسية بصورة أكثر دقة من تحديدها بالأسلوب اللفظي.

تستخدم النماذج الرياضية الاقتصادية لغة الرياضيات، وهي بذلك شأنها شـأن النماذج الأخـرى يمكـن أن تكون وصفـاً ثم تفسيراً للنظام الذي تمثله و بدقة. و الرياضيات هي "اللغة التي تفسر و تربط بين العلاقات المختلفة القائمة بين الأشياء القابلة للقياس"(49). و على الـرغم من كون الرموز الرياضيـة قد تبدو أكثر صعوبة في الفهم من العبارات اللفظية، إلا أنهـا توفـر درجـة أعلى بكثير من التجريد و التلخيص Abstraction و الدقة Precision و الإحكـام فـي تطبيقاتها. و النظرية الاقتصادية بطبيعتها ما هي إلا تجريد من العالم الواقعي الحقيقـي، حيـث تعتمد النظرية على الاختصار فتأسر التعقيدات في العلاقات محل الدراسة، بحيـث تكفـي فحسـب لفهـم الكيفية التي يؤثر فيها عنصر في الآخر. و لتقليص النظريات يسـتخدم الاقتصاديون النماذج الرياضية و التي هي بمثابة "ورق النسخ" Blue-print أو رسم تخطيطي لميكانيكية معقدة نحاول من خلاله تحري السبب والأثر وإظهار ما يحدث فعلاً (50). فالاقتصـاد الحقيقي معقد لدرجة يصعب معها التفكير و منطقياً في كافة تفاصيله. الأمر الذي

يتطلـــب اســـتخدام النماذج و التي تقدم لنا اقتصاد تخيلي أبسط و أقل واقعية يمثل و بوضوح الواقع الحقيقي.

و يمكـــن القـــول بـــأن لاستخدام الأساليب الرياضية في التحليل الاقتصادي و تطبيقاته العديد من المزايا، نذكر من أهمها الآتي[51]:-

1- يفـــرض المـــنطق الرياضي أو الأسلوب الرياضي على التحليل مزيداً من الدقة سواء في تحديـــد المتغـــيرات المؤثرة على سلوك الوحدة الاقتصادية أو في وضع الفرضيات و عرض النتائج.

2- يضمن الأسلوب الرياضي ترجمة الحجج اللفظية إلى حجج دقيقة ومتسقة، حيث يؤدي هذا الأســـلوب إلى تفادي احتمال حدوث أي تعارض، ويزيل عدم الاتساق Inconsistency في التحليل الاقتصادي، كما ينقذنـــا من التجرد البحت.

3- يـــؤدي اســـتخدام لغة الرياضيات في الدراسة الاقتصادية إلى تمكين الاقتصادي من وضع العلاقـــات المـــتداخلة و المتشابكة للاقتصاد بيسر وسهولة وعرضها بصورة أقرب إلى الفهم و الإقناع.

4- أدى اســـتخدام المـــنطق الرياضي إلى بناء نماذج اقتصادية مهمة في مختلف أوجه النشاط الاقتصـــادي المتشعبة، وبالخصوص في مجال التخطيط، حيث ســـاعدت النماذج على اشتقاق القوانين القادرة على التنبؤ Forecasting و التوقع.

و يـــرى الاقتصـــادي "ميلـــتون فريدمان" M.Friedman بأن صدق النظرية الاقتصادية لايمكن الحكم عليه بوصف افتراضات هذه النظرية للواقع الفعلي، و لكن بمدى قدرتـــها على التنبؤ بدقة و معقولية باستخدام هذه الافتراضات[52]. و بدون شك فإن النماذج الرياضية تكفل صـــحة و صـــدق الـــنظرية الاقتصادية، طالما أن هذه النماذج تدعم من مقدرة النظرية على التنـــبؤ و رســـم الـــتوقعات المستقبلية. و يقول د. نبيل عويس في كتابـــه أصول "الاقتصاد الرياضـــي": "يمكـــن الـــنظر إلى المدخل الرياضي للاقتصاد كوسيلة انتقال و التي يمكن أن تأخذنـــا من مجموعة من الفروض (نقطة الإقلاع) إلى مجموعة من النتائج أو المستخلصات (نقطـــة الوصـــول) بســـرعة جيدة "[53]. فالأسلوب الرياضي يمتاز بكونه يعطي القدرة على اســـتيعاب كثـــير من المتغيرات و الحقائق التي يكل العقل في محاولة الإلمام بها دفعة واحدة. و بوجـــود الحاسب الآلي و تطوره أصبح من الممكن اكتشاف العلاقات السببية بين عشرات

مـــن المتغيرات بل و أكثر، و التوصل إلى الحلول المناسبة و استخلاص النتائج التي ما كان العقل البشري ليتمكن من التوصل إليها بدون الحاسبات.

فلقد كانت صياغة النظرية الاقتصادية في شكل رياضي من أهم الإنجازات العلمية في مجـــال علـــم الاقتصـــاد، و التي أدت بدورها إلى ظهور الاستخدامات الإحصائية (الاقتصاد القياســـي). و لـــم يقتصر دور الرياضيات على علم الاقتصاد فحسب بل أصبح دورها كبير بالنسبة لعلم الإدارة والمحاسبة وغيرها من العلوم، كما تم تطوير الكثير من النماذج الرياضية لـــتخدم و بـــنجاح مجالات الإدارة و الاقتصاد المختلفة. و لما كانت صناعة النقل البحري إحدى الصناعات الأساسية و قطاعاً هاماً في الاقتصاد القومي، كان من الضروري أن يحظى باســـتخدام الرياضـــيات و بالـــتحديد النماذج الرياضية في سبيل النهوض بهذه الصناعة وفقاً لقواعد و أسس علمية.

ما هي صناعة النقل البحري ؟

إن صـــناعة الـــنقل البحري Shipping Industry كما يعرفها "موربي" D.H.Moreby هـــي:- "الصـــناعة التي يرتبط عملها بالسفينة و تضم أصحاب المصالح مثل ملاك السفن Ship-owners و بـــناءو الســـفن Shipbuilders و الموانـــئ الـــبحرية Sea ports و البنوك البحرية Marine Banks و سماسرة السفن Ship Brokers و التوكيلات الملاحية Shipping Agencies و شـــركات الشـــحن والتفريغ و النقل و التخزين و شركات التأمين البحري.. الخ " (54).

و نجـــد مـــن هـــذا الـــتعريف مدى اتساع صناعة النقل البحري و تعدد الأنشطة التي تحـــتويها هـــذه الصـــناعة. و هي بذلك تعد مجالاً واسعاً لتطبيق الأساليب الكمية و استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية.

و نظراً للأهمية التي يحظى بها قطاع النقل البحري في الاقتصاد القومي و كونه أحد أهـــم المرتكـــزات الأساسية للنمو الاقتصادي والاجتماعي، كان من الضروري النهوض بهذا القطـــاع بدايـــة بالسفينة و حتى أرصفة الميناء و العاملين عليه بالتركيز على القوى المحركة لهذه الصناعة و المتمثلة في الشركات الملاحية. و يتطلب الأمر تحويل النظريات العلمية في اقتصـــاديات الـــنقل البحري إلى تكنولوجيا و أساليب تحليلية قابلة للتطبيق العملي لتقييم أداء الأســـطول البحري و العاملين عليه و به، و حل المشاكل التي تعوق من فعالية تشغيله. كل ذلك إنما يستدعى تبني الأساليب الكمية الحديثة و أهمها النماذج الرياضية.

تأثــرت صناعة النقل البحري بالتطور السريع الذي حدث على المستوى العالمي و في كافة الجوانب الفنية و الإدارية و التشغيلية. و زاد الاعتماد على الحاسبات الآلية في عمليات تشغيل السفن و إدارة الموانئ و تداول البضائع و غيرها من الأنشطة المختلفة للنقل البحري. و بــناء على ذلك تبرز أهمية استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية كأحد الوسائل التي يمكن تســخيرها لــرفع كفاءة استخدام وتشغيل سفن الأسطول البحري. هذا و قد اهتمت الشركات الملاحية المالكة للسفن أو المشغلة لها بالسعي لاستخدام النماذج الرياضية، و الأساليب الكمية الحديــثة، و اعــتماداً علــى برامج الحاسبات الإلكترونية في سبيل رفع الكفاءة الإنتاجية، و الحصول على تشغيل أمثل لسفن أساطيلها البحرية.

انحصــر اســتخدام الــنماذج الرياضية و تطبيقاتها على الصناعة البحرية حتى نهاية الحــرب العالمــية الثانــية في الاستخدامات العسكرية (الحربية) فقط، وذلك عندما استخدمت البحرية البريطانية النماذج الرياضية وأساليب بحوث العمليات في تحديد حجم القوات البحرية المرافقة للسفن لكشف الغواصات المعادية في عرض البحر[55]. بعد ذلك بدأ استخدام النماذج الرياضــية فــي التطبيقات الميدانية لقطاع النقل البحري و في جوانبه المختلفــة من سفن و موانئ و صناعات و خدمات بحرية.

فــي الوقت الحالي، يستجيب مديرو الشركات الملاحية و متخذو القرار فيها على نحو نموذجــي باســتخدام الحــدس المكتسب من الخبرة و توقعاتهم المستقبلية في إدارة سفنهم و الأنشــطة المرتبطة بتشغيلها، خاصة إذا ما كان لديهم عدد قليل من السفن للتشغيل. في هذه الحالة نجدهم يبلون بلاءً حسناً و بدون مساعدة النماذج الرياضية. و لكن مع زيادة عدد سفن الأســطول و زيــادة المســارات وعدد الموانئ، فإن مشكلة اتخاذ القرار تصبح أكثر تعقيداً. يحــتاج المســئولون إلى اتخاذ القرارات الهامة و المتعلقة بأنواع السفن التي تبنيها الشركة أو تشتريها أو حتى تستأجرها، و كذلك المتعلقة بتخصيص سفنها على المسارات المختلفة، تحديد المســارات والموانئ و السفن لكل مسار، السرعات المثلى، و تداخلات أخرى كثيرة تستحق وجــود تحليلاً كمياً مكثفاً و جذرياً. فمن المؤكد أن عامل الخبرة و الحنكة الإدارية مهم جداً في فعالية القرار الواجب اتخاذه، إلا أن دقة المعلومات المتاحة و أساليب التحليل الحديثة أمر لا مفــر منه لدعم متخذ القرار بما يؤكد صحة توقعاته، و يخفف من درجة تعقد عملية اتخاذ القرار.

تواجه الشركة الملاحية عناصر مختلفة لابد من أخذها في الاعتبار، و عدد من البدائل المحــتملة التــي يصعب التعامل معها بدون اللجوء إلى اســتخدام النماذج الرياضية. و لعل

نمـــاذج الأمثلية Optimization Models من أفضل الأساليب التي تساعد متخذ القرار بالشركة الملاحـــية علـــى تقديـــم أفضل القرارات، و وضع السياسات المثلى لحل المشكلات التشغيلية لســـفن الأسطول البحري. و يجدر بنا في هذا الصدد أن نشير إلى أن الإدارة الناجحة تتطلب فهـــم تلـــك العلاقات المتشابكة و القائمة بين المتغيرات التي تؤثر على شركاتها، وأن النماذج الرياضـــية لهـــا العديد من المزايا التي تعود على مستخدميها في الشركات الملاحية، لعل من أهم هذه المزايا ما يلي:-

1- اســـتخدام النماذج الرياضية يمكن متخذ القرار في الشركة الملاحية من وصف المشكلات التـــي تواجـــه تشـــغيل سفن أسطولها البحري، إضافة إلى تمكينه من دراسة العلاقات المتشابكة و المســـببة لتلك المشكلات بصورة سهلة و قريبة للفهم.

2- يـــؤدي اســـتخدام الـــنماذج الرياضـــية في شركات الملاحة البحرية إلى النهوض بالعملية التشغيلية إلى مستوى الأداء الكفء المطلوب و الوصول إلى مردود أو عائد اقتصادي متميز يحقق الأهداف الأساسية من الاستثمار في النقل البحري.

3- تقـــدم الـــنماذج الرياضـــية لراســـمي السياسات و متخذي القرار بشركات الملاحة أساساً موضـــوعياً يقـــيمون بناءاً عليه سياساتهم البحرية، و يجرون في ضوءه المفاضلة بين السياسات البديلة المختلفة و إيجاد البديل الأمثل.

4- تفـــرض الـــنماذج الرياضـــية علـــى مستخدميها درجة عالية من الدقة لا تتوافر عادة في الصياغات اللفظية، حيث تترجم النماذج المشكلات الاقتصادية في صورة رقمية تعطي للمسئولين صورة واضحة عن القرار الواجب اتخاذه. و بذلك تكون هناك دقة أكبر في وضع التعاريف و تحديد المتغيرات ذات الأثر الواضح على تشغيل الأسطول و مشاكل ربحيـــته. هذا فضلاً عن الدقة في الانتقال من الافتراضات إلى النتائج بطريقة منطقية و صريحة، ومن ثم الدقة في عرض النتائج و تحليلها و إيجاد الحلول.

5- تعـــد النماذج الاقتصادية الطريقة الأفضل لحل المشاكل المتعلقة بتخصيص الموارد و التي تتمكـــن الشـــركة الملاحية من خلالها من حل مشكلات التشغيل الأمثل لسفنها، الحجم الأمثل للسفينة، الجدولة و المسارات .. و غير ذلك من مشاكل الأمثلية بسرعة أكبر و دقة أعلى خاصة عند حل تلك النماذج بواسطة الحاسب الآلي.

6- إن اســتخدام الــنماذج الرياضية في تحليل الأداء الاقتصادي لشركات الملاحة البحرية و مشــاكلها تقــدم لأي شركة ملاحية نماذج طيعة قابلة للتطبيق تعطي تنبؤات و توقعات تساعد في عملية اتخاذ القرارات و وضع السياسات المختلفة.

و إن كانــت استخدامات النماذج الرياضية في صناعة النقل البحري في العالم العربي قلــيلة و لازالــت دون الطموحــات، فإن استعمال هذه النماذج و الأساليب الكمية الحديثة في دراســة مشــكلات النقل البحري و تقويم أداء الشركات الملاحية، و باستخدام الحاسب الآلي ســوف تســجل في السنوات القادمة كفاءة أعلى و ربحية أكبر للشركات الملاحية من خلال تسهيل عمليات الاستخدام الأمثل للموارد، و من خلال تطوير مفهوم إدارة السفينة و النواحي الفنية و التشغيلية للأسطول البحري.

فصــناعة الــنقل البحري عبارة عن منظومة متكاملة تعمل في إطارها مؤسسات النقل البحري المختلفة كمنظومات فرعية تتفاعل و تتعاون مع بعضها البعض لتحقيق أهدافها [56]. و مــن الطبيعــي أن تواجه هذه المؤسسات و هي بصدد تحقيقها لأهدافها الأساسية العديد من المشــكلات و التــي تتطلب إيجاد الحلول الملائمة لها. فهناك المشــاكل الإنتاجية المتعلقة بــبرامج الإنــتاج و الاســتخدام الأمــثل للطاقــة الإنتاجية، و هناك مشاكل الاستثمارات، و المشــروعات الحالية و التي تحت الإنشاء، و مشاكل تتعلق بتشغيل و جدولة السفن و تشغيل الموانــئ، فضلاً عن مشاكل الإحلال و المخزون. هذه المشكلات يمكن إيجاد حلول مثلى لها باســتخدام الــنماذج الرياضية بسرعة أكبر و دقة أعلى، و تمكن الشركات الملاحية و بكفاءة أكثر من المضي قدماً في العمل نحو تحقيق أهدافها.

حواشي الفصل الرابع

(1) - **سحاب،ســـالم أحمد:** مبادئ الرياضيات الجامعية في العلوم الإدارية، الطبعة الثانية، دار زهران للنشر و التوزيع، جدة، 1993، 2-3.

(2) - **خير الدين،هناء:** الاقتصاد الرياضي، 1981، 3.

(3) - الفـــيزوقراط Physiocrates (حكومـــة الطبـــيعة) أو الطبيعيين هم مجموعة صغيرة من الاقتصـــاديين . ظهـــرت فـــي فرنسا في أواخر القرن السابع عشر و استمر فكرها ظاهـــراً في الحياة العملية خلال القرن الثامن عشر. و هم يعتقدون أن الطبيعة تحكم النشاط الاقتصادي و تسييره بانتظام .

(4) - **عـــبد القـــادر،محمد عبد القادر:** طرق قياس العلاقات الاقتصادية مع تطبيقات الحاسب الإلكتروني، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1990، 1.

(5) - **أحمد،عـــبد الرحمـــن يسري:** تطور الفكر الاقتصادي، دار الجامعات المصرية، الطبعة الثانية، الإسكندرية، 1997، 163.

(6) - Bell,John Fred: A History of Economic Thought, 2nd Ed., The Ronald Press Company, New York, 1967, 683.

(7) - آدم ســـميث مؤســـس علم الاقتصاد السياسي وأشد مؤيدي مدرسة الحرية من الكلاسيك. تعـــرف علـــيه ســـاي في الفترة التي عاشها في فرنسا و تأثر بأفكاره.وقد أثار كتاب ســـميث "ثروة الأمم" Wealth of Nations شغف ساي بعلم الاقتصاد، فنشر مؤلفه في الاقتصاد السياسي .

(8) - Bell,John Fred: Op. cit., 684-685.

(9) - اعـــترف "كورنـــو" بـــأن هذه الطريقة في التحليل جنبته في البداية و ذلك بغرض إدانة أصـــحاب الـــنظريات المعروفين و الذين وضعوا أنفسهم و باتفاق واحد ضد استخدام الصـــور و الأســـاليب الرياضـــية (لمزيد من التفصيل يمكن الرجوع إلى:- المرجع السابق، 685).

(10) - تنقســـم المدرســـة الحدية إلى مجموعتين أحدهما تمثل المدرسة الرياضية، وعلى رأسها جوســـن،جيفونز و فالـــراس، و الأخرى تعرف بالمدرسة النمساوية و يمثلها كل من منجر، فيرز و بافراك.

(11) - **عمر،حسين:** مرجع سابق، الكتاب الثاني، 727.

(12) - **Marshal,Alfred:** Principles of Economics, 8 Ed.,The Mc-millan Press, 1982, ix.

(13) - **أحمد،عبد الرحمن يسري:** مرجع سابق، 268.

(14) - **Marshal,Alfred:** Op. cit., vii.

(15) - **Bahatia,H.L:** History of Economic Thought , Vikas Publishing House, 4 Ed., 1982 ,

(16) -**أحمد،عبد الرحمن يسري:** مرجع سابق، 268.

(17) - تمـــثل المدرسة التاريخية الألمانية رد فعل لاتجاه المدرسة الكلاسيكية ، و قد ظهرت في ألمانـــيا علـــى يـــد اقتصــــاديين مثل "فردريك ليست" F.List و "روتشر" Rosher و "هلدبـــراند" Hildbrand و غـــيرهم ، و الذيـــن قدموا طريقة في البحث و الدراسة عرفت باسم الطريقة التاريخية Historical Method أو الاستقرائية Industrial .

(18) -**هدي،محمد سليمان:** مناهج البحث الاقتصادي، مرجع سابق، ص85.

(19) - المؤسســـاتية أو الاقتصاد المؤسسي جماعة تعتقد بأن السلوك الجماعي و ليس السعر هو الموضـــوع المحوري لعلم الاقتصاد مؤكدين على العرف و العادة و القانون كأساليب لتنظيم الحياة الاقتصادية .

(20) - **Hillier,Fredrick S. and Lieberman,Gerald J.:** Op. cit., 4.

(21) - أمـــثال فردريك تيلور F.Taylor ، هنري فايول H. Fayol و جيلبرث Gilbrith ، و الذين تركزت أفكارهم في استخدام الطريقة العلمية في الإنتاج و تطبيق مبدأ التخصص.

(22) - **أبو عمة،عبد الرحمن و العش،محمد أحمد:** البرمجة الخطية، الرياض، 1990، 5.

(23) - **عمر،حسين:** المرجع السابق، 997.

(24) - **أحمد،عبد الرحمن يسري:** مرجع سابق، 165.

(25) - اسم للتجارب التي تمت في عام 1950 لحل مشاكل الوقاية الذرية .

(26) - **هدي،محمـــد ســـليمان:** بحوث العمليـــات و تطبيقاتـــها في قطاع النقل البحري، مرجع سابق ، 5.

(27) - **Hillier,Fredrick S. and Lieberman,Gerald J.:** Op. cit., 4.

(28) - **محمد،جـلال عـبد الوهـاب:** قـاموس مصطلحات الكمبيوتر و المايكروكمبيوتر، جدة، 1987، 17-18.

(29) - **هدي،محمد سليمان:** مناهج البحث الاقتصادي، مرجع سابق، 103.

(30) - **Kendal,M.G.:** "Introduction to Model Building and Its Problems", In: Mathematical Model Building in Economics and Industry, Charles Griffin & Company, London, 1969,1.

(31) - **السـيفو،وليد إسـماعيل:** المدخـل إلى الاقتصاد القياسي، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1988، 39.

(32) - **أحمد،عـبد الرحمن يسري:** التحليل الاقتصادي، مؤسسة الشباب الجامعي، الإسكندرية، 1985، 20.

(33) -يمكن الرجوع إلى :

- **السيفو،وليد إسماعيل:** مرجع سابق، 47-54.
- **هدي،محمد سليمان:** بحوث العمليات و تطبيقاتـها في قطاع النقل البحري ، مرجع سابق، 11-15.
- **المعزاوي،علي عبد السلام:** بحوث العمليات في مجالات الاستثمار – الإنتاج –النقل –التخزين ، دار الشروق، القاهرة، 1991، 92-96.

(34) - **هدي،محمد سليمان:** المرجع السابق، 15.

(35) - **Nobel,A.S.:** "Problem of building a model of a company", In: Mathematical Model Building In Economics and Industry, Charles Griffin & Company, London, 1969, 1.

(36) - **الصـباب،أحمد:** أساليب و مناهج البحث العلمي في العلوم الاجتماعية، مكتبة المصباح، جدة، 1990، 52.

(37) - **Fabrycky,W.J. and Thuesen,G.J.:** Economic Decision Analysis, Prentice – Hall, 1974, 266-271.

(38) - **هدي،محمد سليمان:** المرجع السابق، 16-17.

(39) - **هدي،محمد سليمان:** المرجع نفسه، 34-39.

(40) - المتغـيرات أو البيانات الوهمية هي تلك المتغيرات الغير قابلة للقياس الكمي كالديانة أو الجـنس أو اللـون ، والتي يفترض لها قيمة تحكمية عادة ما تكون الصفر أو الواحد لإيضاح أثرها على المتغير التابع .

(41) - لمزيد من الإيضاح يمكن الرجوع إلى :- **هدي،محمد سليمان:** علم الإحصاء، الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا و النقل البحري، الإسكندرية، 1997، 26-29.

(42) - **أبـو سـدره،فتحي و المصري،زينب إسماعيل:** الأسلوب الرياضي في الاقتصاد، مركز البحوث الاقتصادي، بنغازي، 1988، 15.

(43) - **القاضي،زياد عبد الكريم:** مرجع سابق، 10.

(44) - **ماضي، محمد توفيق:** مرجع سابق، 18-19.

(45) - **محمد،جلال عبد الوهاب:** مرجع سابق، 16.

(46) - **عزب،محمدعبد المجيد:** "مراجعة لبرامج الحاسب في تحسين اقتصاديات تشغيل السفن"، النشرة الدورية، الأكاديمية العربية للنقل البحري، العدد 21، 1988، 20-22.

(47) - **Branch,Allan E.:** Op. cit., 226-267.

(48) - **Bell,John Fred:** Op. cit., 700.

(49) - **سحاب،سالم أحمد:** مرجع سابق، 3.

(50) - **Hyman,David N.:** Modern Microeconomics –Analysis and Applications, Time Mirror/ Mosby College Publication, 1986,12.

(51) - لمزيد من التفصيل :

- **العيسوي،إبراهيم:** مرجع سابق، 53.
- **هدي،محمد سليمان:** مناهج البحث الاقتصادي، مرجع سابق، 105-106.
- **أبوسدره،فتحي و المصري،زينب إسماعيل:** مرجع سابق، 14.

(52) - **هدي،محمد سليمان:** المرجع السابق، 35.

(53) - **عويس،نبـيل عطـية:** أصـول الاقتصـاد الرياضي ، مكتبة الجلاء الحديثة، بورسعيد، 1984، 7.

(54) - **هدي،محمد سليمان:** اقتصاديات النقل البحري ، مرجع سابق، 1.

(55) - **رضوي،محمد نعيم:** مرجع سابق، 317-319.

(56) - **مـأمون،أحمد حسـن:** "دور البحث و التطوير في قطاع النقل البحري"، المؤتمر الدولي الثاني عن النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 13-15 مايو، 1991، 1.

الفصل الخامس

تطبيقات بعض النماذج الاقتصادية الرياضية على سفن أسطول النقل البحري السعودي

الفصل الخامس

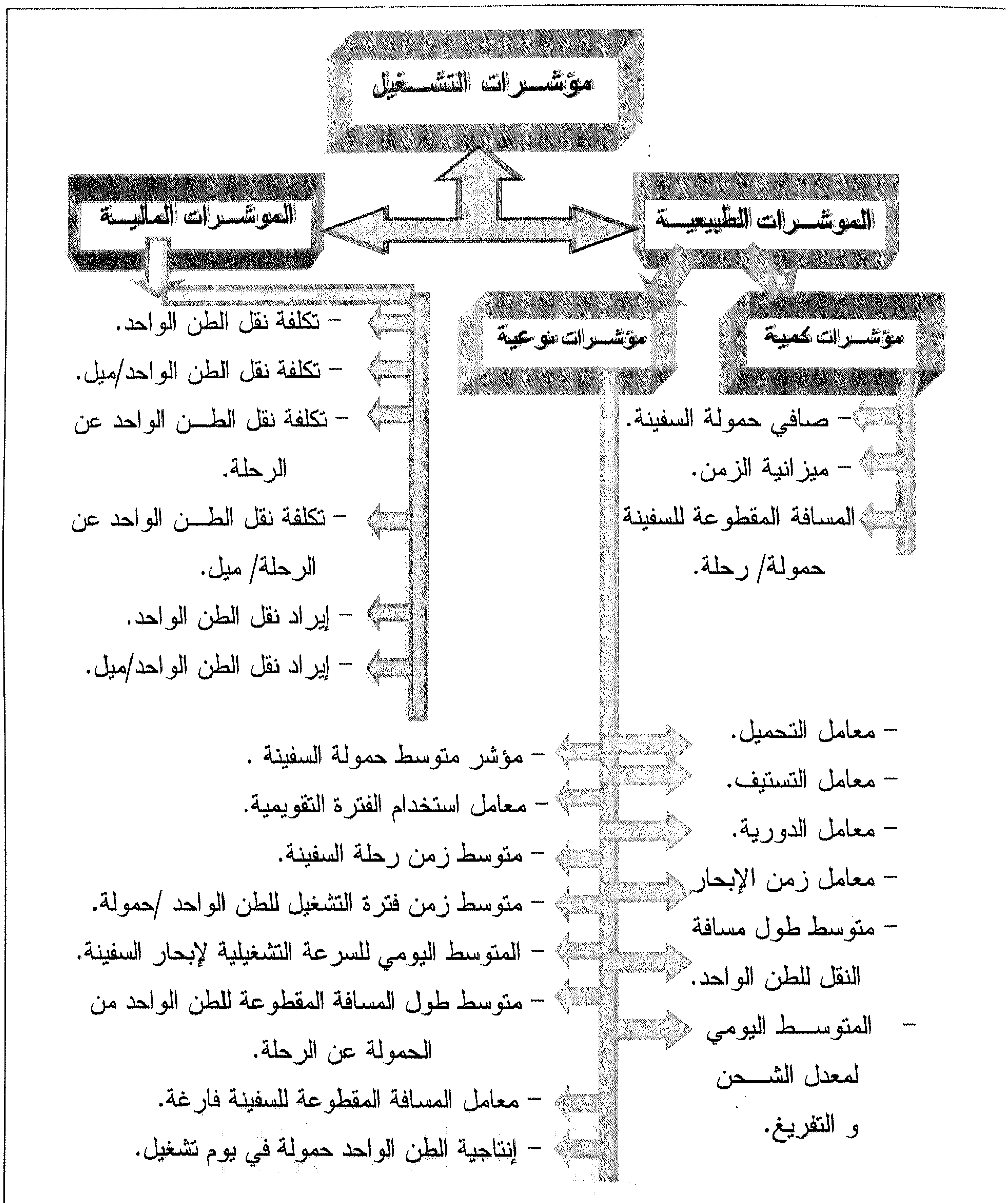
"تطبيقات بعض النماذج الاقتصادية الرياضية على أسـطول النقل البحري السـعودي"

أولاً – مؤشـرات التشـغيل الأمثل في الشـركات الملاحيـة
OPTIMAL OPERATION INDEXES IN SHIPPING COMPANIES

تجـذب اقتصـاديات تشغيل سفن الأسطول البحري التجاري الاهتمام و بشكل كبير، و تعـد موضوعاً يغطي نطاقاً واسعاً من المشكلات المتعلقة بعمليات تشغيل و إدارة السفن من جدولة Scheduling و مسارات Routing و تصميم للسفينة. و يتطلب التخطيط التشغيلي لسفن الأسـطول، و تحقـيق نـتائج مثلى من تشغيل السفن استخدام البعض لمعايير Criterions و مؤشـرات Indicators اقتصادية كالربحية و الإيرادات و التكاليف، و التي يتم بموجبها اتخاذ القـرارات. هـذا بيـنما يفضـل البعض الآخر استخدام مؤشرات و معايير غير اقتصادية كالخدمات المقدمة و نوعيتها، وهي الحالة الأكثر شيوعاً[1].

و في دراستنا هذه للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي، ينبغي علينا التعريف بأهم المؤشـرات التـي يمكـن من خلالها تقييم عمل الشركات الملاحية، و العمل على رفع كفاءة الأسـطول و طاقـته ليساهم بفعالية في أداء دوره المطلوب، سواء بزيادة فترات التشغيل أو خفـض زمـن التوقف و الزمن الغير إنتاجي، و الاستخدام الأمثل للإمكانيات المتاحة لتشغيل سفن الأسطول تشغيلاً أمثلاً بما يحقق الأهداف الأساسية لشركات الملاحة الوطنية.

تنقسم مؤشرات التشغيل في الشركات الملاحية[2] إلى نوعين من المؤشرات: طبيعية و مالـية. المؤشـرات الطبيعية تنقسم بدورها إلى مؤشرات كمية و أخرى نوعية، حيث تحدد المؤشـرات الكمية أو ما يعرف بالمؤشرات العامة حجم نشاط الأسطول البحري و حمولته و الزمـن، في حين تحدد المؤشرات النوعية درجة استخدام الأسطول ونوعيته. أما المؤشرات الماليةفـتعكس الوضـع المالـي للشـركة. و الشكل رقم (5–1) يوضح تقسيمات مؤشرات التشغيل الأمثل و التي سنتناول كل منها فيما بعد.



شكل رقم (5-1) مؤشرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية

النوع الأول : المؤشرات الطبيعية

أ – المؤشرات الكمية (العامة) لتشغيل السفن :

تعــرف المؤشــرات الكمــية بتلك المؤشرات التي يمكن تحديدها كمياً و إيجاد قيم و مقاديــر محــددة تبيــن حجــم الحمولة و الزمن و المسافة، ينعكس من خلالها إنتاجية سفن الأسطول البحري و كفاءة تشغيله. و تتمثل هذه المؤشرات في الآتي:-

<u>1 – مؤشر صافي حمولة السفينة :-</u>

صــافي حمولــة الســفينة Net Deadweight هو عبارة عن الحمولة الوزنية للسفينة Deadweight Tonnage مطروحاً منها مياه الصابورة و الوقود و المياه العذبة، و هو مؤشر مهم في الدلالة على إنتاجية السفينة. و يتوقف مؤشر صافي حمولة السفينة على منطقة النقل و موســمية البضاعة المنقولة و طول الرحلة. و للحصول على الحمولة الفعلية التي يتم نقلها خلال العام ، يســتخدم مؤشــر وزن صافي الحمولة المنقولة و المتمثل بالمعادلة التالية :-

$$\text{وزن الحمولة المنقولة} = \frac{\text{وزن البضائع} \times \text{عدد أيام التشغيل}}{\text{عدد أيام السنة}}$$

فــإذا سارت السفينة "عرفات" من ميناء انتويرب متجهة إلى ميناء جدة بحمولة 16978 طن، و كان عدد أيام التشغيل 27 يوماً، فإن:-

$$\text{مؤشــر وزن الحمولة المنقولة} = \frac{27 \times 16978}{365}$$

$$= 1255.91$$ طن.

و كلما زادت قيمة مؤشر وزن الحمولة التي تنقلها السفينة كلما دل ذلك على قدرتها على نقل كمــية أكــبر مــن البضائع خلال العام، مما يعني تحقيقها لمستوى إنتاجية و كفاءة أعلى في النقل.

<u>2 – مؤشر ميزانية الزمن :-</u>

تعــرف ميزانــية الزمــن Time Budget بتوزيع الفترة التقويمية Calendar Period، و تتمــثل فــي عملية توزيع أيام الفترة الزمنية (سنوي، نصف سنوي،ربع سنوي) على السفينة. و تنقسم ميزانية الزمن إلى قسمين: زمن السفينة في التشغيل، و زمن السفينة خارج التشغيل. أما عن زمن السفينة في التشغيل أو زمن الرحلة Voyage Time، فيتكون من زمن الإبحار و

زمـــن المكـــوث بالموانـــئ. و يتكون هذا الأخير من الزمن المستغرق في عمليات المناولة (الشحن و التفريغ) و الزمن المستغرق للعمليات المساعدة بالموانئ.

و للحكـــم علـــى الإمكانـــيات الإنتاجية بالزمن، و بالتالي تحديد ميزانية الزمن يستخدم مؤشـــر حمولة السفينة / يوم تشغيل Ship tonnage/ days of operation، و يحسب على النحو التالي:-

حمولة السفينة /يوم تشغيل = $\frac{\text{صافي حمولة السفينة}}{\text{عدد أيـــام التشغيل}}$

و تـــتكون حمولـــة الســـفينة / يـــوم تشغيل من: حمولة السفينة / يوم إبحار، و حمولة السفينة/ يوم مكوث بالميناء. فإذا فرض و كانت البيانات الخاصة بسفينتين سعوديتين كما في الجدول التالي:-

جدول (5-1) بيانات مؤشر ميزانية الزمن لسفينتي اليمامة و ابن المعتز

السفينة	الشحنة	ميناء الشحن	زمن ميناء الشحن		ميناء التفريغ	زمن ميناء التفريغ		زمن الرحلة	
			ساعة	يوم		ساعة	يوم	ساعة	يوم
اليمامة	20748	الجبيل	8	6	دمياط	7	14	22	9
ابن المعتز	21796	الجبيل	13	7	الإسكندرية	14	14	5	10

فإن مؤشر حمولة السفينة " اليمامة" سيكون كالتالي:-

حمولة / يوم إبحار = 20748 ÷ 9.92 = 2091.53 طن/يوم.

حمولة / يوم مكوث بالميناء = 20748 ÷ 20.63 = 1005.72 طن/يوم.

حمولة السفينة / يوم تشغيل = 2091.53 + 1005.72 = 3097.25 طن/يوم.

أما عن مؤشر حمولة السفينة " ابن المعتز" فيكون كالتالي:-

حمولة / يوم إبحار = 21796 ÷ 10.21 = 2134.77 طن/يوم.

حمولة / يوم مكوث بالميناء = 21796 ÷ 22:12 = 985.35 طن/يوم.

حمولة السفينة / يوم تشغيل = 2134.77 + 985.35 = 3120.12 طن/يوم.

و بدون شك فإنه كلما زاد مؤشر ميزانية الزمن كلما دل ذلك على ارتفاع نسبة حمولة السفينة خلال فترة تشغيلها مما يعكس كفاءة أكبر و إنتاجية أعلى للسفينة، الأمر الذي يعني إنتاجية أعلى لسفينة ابن المعتز في المثال السابق.

3 - مؤشر المسافة المقطوعة للسفينة :-

تؤثر المسافة التي تقطعها السفينة Sailing Distance على زمن الإبحار و بالتالي على التكاليف و إنتاجية السفينة. و تقاس مسافة الإبحار للسفينة بالميل البحري، و تحسب بأقل مسافة صالحة للملاحة من جداول المسافات البحرية، حيث تتحدد رحلة السفينة بالميل البحري و ليس بالمسافة الفعلية التي تقطعها السفينة، فيتم حساب المسافة بأقصر مسافة صالحة للملاحة. و يتحدد الميل البحري بالرحلات الدائرية Round Trip، ومن هذه الرحلات تقسم الأميال التي تقطعها السفينة (محملة). يستخدم مؤشر حمولة / رحلة لتحديد إمكانيات الأسطول البحري، و إن كان هذا المؤشر و المعبر عن عدد الرحلات المنجزة لكل سفينة لا يمكن من خلاله استنتاج إمكانية النقل المحتملة للسفن المختلفة الحمولات. هذا كما و أن حساب الرحلة البحرية بالأميال البحرية فقط لا يعطي تفسيراً صحيحاً عن إمكانيات الأسطول المحتملة لنقل البضائع، لكونه مؤشر يساوي بين إمكانيات السفن ذوات الحمولات المختلفة. فكلما زادت قدرة السفينة على نقل حمولة أكبر نسبة إلى مسافة معينة تقطعها كلما دل ذلك على تحقيق إنتاجية أعلى للنقل.

يتمثل المؤشر الأنسب في هذه الحالة في الحمولة /ميل و الذي يحسب من حاصل قسمة حمولة السفينة بالأطنان على المسافة التي قطعتها سفن الأسطول لكل الرحلات التامة بالأميال البحرية. كما و أن هذا المؤشر يضيف حجم النقل الذي يمكن للسفينة إحرازه وفقاً للاستخدام الكامل للحمولة. أي أن مؤشر الحمولة /ميل = الحمولة بالطن ÷ المسافة التي قطعتها السفينة ذهاباً و إياباً (رحلة تامة).

تعمل سفينة " الفجيرة " على خط ملاحي يمر بثلاث موانئ رئيسية تفصل بينها المسافات التالية:-

- المسافة بين ميناء انتويرب و ميناء جدة = 3650 ميل .
- المسافة بين ميناء جدة و ميناء كراتشي = 1870 ميل .
- المسافة بين ميناء كراتشي و ميناء بومباي = 500 ميل .

فإن المسافة التي تقطعها السفينة للرحلة كاملة (ذهاباً و إياباً) تبلغ 12040 ميل. و إذا تم شحن السفينة في ميناء انتويرب بحمولة مقدارها 18828.83 طن، لتقوم بتفريغ 493.92

طن من حمولتها في ميناء جدة، ثم أتمت رحلتها إلى ميناء كراتشي لتفرغ 7185.93 متجهة إلــى بومــباي لــتفريغ باقي البضاعة (11148.98 طن). في هذه الحالة يتم حساب مؤشر حمولة السفينة نسبة إلى المسافة المقطوعة على النحو التالي:-

حمولة السفينة/ميل= 18828.83 ÷ 3650 + 18334.91 ÷ 1870 + 11148.98 ÷ 500

= 5.159 + 9.805 + 22.298 = 83.69 طن/ميل تقريباً.

ب - المؤشرات النوعية (النسبية) لتشغيل السفن :

تعــبر المؤشرات النوعية عن تلك المؤشرات التي لا يتم تحديدها بمقادير و قيم ثابتة و محــددة، إنما تكون على شكل نسب و معدلات تعكس درجة استخدام سفن الأسطول و طبيعة هذا الاستخدام، و تتمثل هذه المؤشرات في الآتي:-

1 - مؤشر متوسط حمولة السفينة :-

يســتخدم متوسط حمولة السفينة Average Ship Tonnage كمؤشر لتقييم حمولة السفن في الفترة التقويمية، حيث تختلف الحمولة من سفينة لأخرى من ســفن الأسطول البحري.

و لحساب هذا المؤشر حالتين هما:-

الحالــة الأولــى :- متوسط حمولة السفينة العاملة: و يعتبر مؤشر مهم يعكس التكوين النوعــي لسفن الأسطول العامل على الخطوط المختلفة، فيشير إلى حمولة السفينة خلال فترة تشغيلها مبحرة كانت أم ماكثة في الميناء.

متوســط حمولة الســفينة العاملة =

$$\frac{\text{مجموع (صافي حمولة السفينة × فترة التشغيل)}}{\text{إجمالي فترة التشغيل}}$$

الحالــة الثانــية :- متوسط حمولة السفينة أثناء مكوثها بالموانئ: و يعبر هذا المؤشر عن الجزء من حمولة كل سفينة عاملة خلال فترة بقائها في الميناء.

متوسط حمولة السفينة أثناء مكوثها بالموانئ =

$$\frac{\text{مجموع (صافي حمولة السفينة × فترة المكوث بالميناء)}}{\text{إجمالي فترة المكوث بالموانئ}}$$

إذا كانت ثلاث سفن هي: "سعودي درعيه"، "سعودي حائل"، و "سعودي رياض" تعمل وفقاً للجدول التالي:-

جدول رقم (5-2) بيانات مؤشر صافي حمولة السفينة

اسم السفينة	صافي حمولة السفينة	سفينة/يوم		إجمالي فترة التشغيل
		إبحار	مكوث بالميناء	
سعودي درعيه	15209	36	11	47
سعودي حائل	13152	33	26	59
سعودي رياض	8787	45	20	65

متوسط حمولة السفينة العاملة = $\frac{65 \times 8787 + 59 \times 13152 + 47 \times 15209}{65 + 59 + 47}$

$= \frac{2061946}{171} = 12058.16$ طن

متوسط حمولة السفينة أثناء مكوثها بالميناء =

$\frac{20 \times 8787 + 26 \times 13152 + 11 \times 15209}{20 + 26 + 11} =$

$= \frac{684991}{57} = 12017.39$ طن

إن قـدرة السـفينة علـى نقل حمولة أكبر خلال فترة تشغيلها مبحرة كانت أم بالموانئ يعكس كفاءة أكبر و درجة استخدام أفضل للسفينة خلال فترة زمنية معينة، وبالتالي فإن زيادة مؤشـر متوسط حمولة السفينة يعكس استخدام أفضل للسفينة، و العكس بالعكس. و بدون شك فـإن زيـادة مؤشر الحمولة خلال فترة التشغيل عنه خلال فترة المكوث بالميناء يمثل إنتاجية أعلى للسفينة.

2 – مؤشر معامل استخدام الفترة التقويمية :-

يعتـبر معامل استخدام الفترة التقويمية مؤشراً مهماً للتعبير عن المستوى الفني لتشغيل السـفن، حيث يحدد درجة استخدام السفينة للزمن، و الفترة الزمنية لتشغيل السفينة من الفترة التقويمـية، و بالتالي حجم النقل و حمولة السفينة. و بدون شك فكلما زادت قيمة هذا المؤشر دل ذلـك على استخدام أفضل لحمولة السفينة و إنجاز أكبر لعمليات النقل. و يحسب المعامل للسفينة الواحدة بالمعادلة التالية:-

معامل استخدام الفترة التقويمية = $\frac{\text{زمن السفينة في التشغيل}}{\text{الفترة التقويمية}}$

أما بالنسبة لمجموعة السفن فيحسب :-

معامل استخدام الفترة التقويمية = $\frac{\text{مجموع (حمولة السفينة × فترة التشغيل)}}{\text{مجموع (حمولة السفينة × الفترة التقويمية)}}$.

و بافتراض حالة ثلاثة سفن: "اليمامة"، "ابن المعتز"، و "الأحمدية" كما يلي:-

جدول رقم (5-3) بيانات مؤشر معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة

السفينة	الحمولة بالطن	فترة التشغيل		الفترة التقويمية
		ساعة	يوم	
اليمامة	23741	10	97	120
ابن المعتز	23618	-	98	100
الأحمدية	15763	12	80	90

فإن معامل استخدام الفترة التقويمية لسفينة "اليمامة" مثلاً سيكون= $\frac{97.42}{120}$ = 81.18 %

أما معامل استخدام الفترة التقويمية للأسطول فيكون:-

$$= \frac{97.42 \times 23741 + 98 \times 23618 + 80.5 \times 15763}{120 \times 23741 + 100 \times 23618 + 90 \times 15763}$$

$$= \frac{5896333.7}{6629390} = 88.94\ \%$$

3 - مؤشر متوسط زمن رحلة السفينة :-

يتمثل هذا المؤشر في طول فترة تشغيل السفينة منسوبة إلى عدد الرحلات المنجزة للسفينة، بحيث يعكس انخفاض هذا المؤشر إنتاجية أكبر للسفينة لإنجازها الرحلة في وقت أقل نسبياً. و لتحليل نشاط الأسطول و مراعاة الاختلاف في حمولات مجموعة السفن المكونة للأسطول يتعين الأخذ بحمولة كل سفينة في الحسبان، ليتم تحديد هذا المؤشر على النحو التالي:-

متوسط زمن رحلة السفينة =

$$\frac{\text{مجموع (زمن فترة تشغيل كل سفينة × حمولة السفينة)}}{\text{مجموع (عدد الرحلات لكل سفينة × حمولة السفينة)}}$$

إذا كان عدد رحلات كل سفينة من سفن الأسطول المدرجة في المثال السابق (اليمامة، ابن المعتز، الأحمدية) هي: 2، 3، 5 على التوالي، فإن متوسط زمن رحلة السفينة للأسطول سيكون:-

$$\frac{5589633.7}{197151} = \frac{15763 \times 80.5 + 23618 \times 98 + 23741 \times 97.42}{15763 \times 5 + 23618 \times 3 + 23741 \times 2} =$$

= 28.35 يوم

و إذا ما أردنا الحكم على إنتاجية كل سفينة على حدة بحساب متوسط الزمن المستغرق في الرحلة، فإن مؤشرات زمن الرحلة ستكون كالتالي:-

مؤشر متوسط زمن رحلة سفينة "اليمامة" = $\frac{97.42}{2}$ = 48.71 يوم

مؤشر متوسط زمن رحلة سفينة "ابن المعتز" = $\frac{98}{3}$ = 32.67 يوم

مؤشر متوسط زمن رحلة سفينة "الأحمدية" = $\frac{80.5}{5}$ = 16.1 يوم

و على ذلك يتضح أن درجة استخدام فترة التشغيل لسفينة "الأحمدية" تفوق سواها من حيث إنجازها للرحلة في زمن أقل.

4 - مؤشر متوسط زمن فترة التشغيل للطن من الحمولة :-

يعبر هذا المؤشر عن الزمن الذي تستغرقه السفينة في التشغيل للطن الواحد المنقول من حمولة السفينة Operating time/ Ton. و عليه يتحدد بقسمة حاصل ضرب الحمولة المنقولة في عدد أيام التشغيل على صافي الحمولة، أي أن متوسط زمن فترة التشغيل /طن من الحمولة = $\frac{\text{الحمولة المنقولة} \times \text{عدد أيام التشغيل}}{\text{صافي حمولة السفينة}}$

فإذا كان صافي حمولة السفينة "فاضل عرب" 6705 طن، و قامت بنقل حمولة 6024 طن من الجبيل إلى الحديدة ، لتبلغ فترة تشغيلها 39 يوم، فإن:-

متوسط زمن فترة التشغيل/طن من الحمولة = $\frac{6024 \times 39}{6705}$ = 35.04 يوم/طن

و كلما انخفض هذا المؤشر كلما دل على درجة استخدام أفضل للسفينة بنقلها حمولتها خلال زمن أقل من فترة تشغيلها، و العكس بالعكس.

5 - مؤشر معامل زمن الإبحار :-

يشير هذا المعامل إلى الفترة من زمن التشغيل التي تكون فيها السفينة في حالة الإبحار منسوبة إلى زمن التشغيل لكل رحلة. حيث يعكس ارتفاع هذا المؤشر استخدام أفضل لزمن الرحلة لزيادة الزمن المستغرق في الإبحار عن ذلك الذي تستغرقه السفينة ماكثة بالموانئ، و العكس في حالة انخفاضه. فإذا بلغت فترة تشغيل السفينة "سعودي قصيم" 80 يوم، أبحرت

فيها فترة 56 يوم ، فإن :-

$$\text{مؤشر معامل زمن الإبحار} = \frac{\text{زمن إبحار السفينة}}{\text{زمن الرحلة}} = \frac{56}{80} = 0.7$$

بمعنى أن السفينة "سعودي قصيم" تستغل 70% من زمن رحلتها مبحرة، و هي نسبة تمثل استخداماً أفضل للزمن مقارنة مثلاً بحالة السفينة "سعودي مكة" و التي تبحر لمدة 33 يوم من إجمالي 59 يوم للرحلة، ليبلغ معامل زمن إبحارها بذلك 0.56، أي أنه تستخدم 55% من زمن الرحلة في الإبحار.

6 - مؤشر معامل التحميل :-

معامل التحميل Loading Factor هو عبارة عن كمية البضاعة المنقولة مقسومة على صافي حمولة السفينة. فإذا أبحرت السفينة "سعودي تبوك" من ميناء سنغافوره بحمولة 15120 طن متجهة لميناء دبي لتفرغ 12924 طن، و تشحن 2783 طن. و في ميناء جدة قامت السفينة بتفريغ 9280 طن من حمولتها، و شحنت 2131 طن، مبحرة إلى الدمام. فإذا كان صافي حمولة السفينة 15209 طن، فإن معامل التحميل العام يتم حسابه كالتالي:-

$$\text{معامل التحميل في ميناء سنغافوره} = \frac{15120}{15209} = 0.99$$

$$\text{معامل التحميل في ميناء دبي} = \frac{12862}{15209} = 0.85$$

$$\text{معامل التحميل في ميناء جدة} = \frac{5713}{15209} = 0.38$$

$$\text{معامل التحميل العام} = \frac{0.99 + 0.85 + 0.38}{3} = 0.74$$

و يصعب حساب هذا المؤشر في حالة استخدام حمولة السفينة عن رحلة تتضمن عدة موانئ تربط بينها مسافات مختلفة، يتم من خلالها مناولة البضائع و العودة إليها مرة أخرى للشحن أو التفريغ، و ذلك لاختلاف الشحنات التي تحملها السفينة في كل ميناء من الموانئ. و لذلك يتم الاستعانة بمعامل استخدام حمولة السفينة كمؤشر بديل في هذه الحالة، و الذي يتحدد وفقاً للمعادلة التالية:-

$$\text{معامل استخدام حمولة السفينة} = \frac{\text{الحمولة المنقولة بين كل مينائين} \times \text{المسافة بينهما}}{\text{صافي حمولة السفينة} \times \text{المسافة الكلية للرحلة}}$$

فإذا كانت المسافة التي تقطعها السفينة من سنغافورة إلى دبي تبلغ 3466 ميل، و المسافة بين مينائي دبي و جدة 2285 ميل، و بين جدة و الدمام 2464 ميل، فإن معامل

استخدام حمولة السفينة (معامل التحميل) يساوي:-

$$= \frac{2464 \times 5713 + 2285 \times 12862 + 3466 \times 15120}{(2464 + 2285 + 3466) \times 15202}$$

$$= \frac{95872422}{124941935} = 0.77$$

و بـــدون شك فإنه كلما زادت قيمة معامل استخدام السفينة (التحميل) كلما دل ذلك على تحقيق كفاءة أكبر في تشغيل السفينة، و استخدامها استخداماً أفضل على هذا الخط الملاحي.

7 - مؤشر معامل التستيف :-

يعـــرف معـــامل التســـتيف Stowage Factor لأي بضـــاعـــة بعدد الأمتار (الأقدام) التكعيبية Cubic Meters (Feet) التي يمكن للطن من البضاعة أن يشغلها[3]. و لكل شحنة أو بضـــاعة معـــامل التســـتيف الخاص بها وفقاً لنوعها و حجمها و طبيعتها. و يعرف معامل التســـتيف بمعامل استخدام سعة السفينة، حيث يتحدد بعلاقة تناسبية بين حجم الحمولة المنقولة بالمـــتر المكعـــب و بيـــن سعة السفينة بالمتر المكعب. و يحسب هذا المعامل بإيجاد حاصل ضـــرب وزن الأجزاء المختلفة من الشحنة بالطن في حجم النقل لكل نوع من الشحنة بالمتر المكعـــب ، ثـــم قســـمة ناتج حاصل الضرب على سعة السفينة. فإذا فرض و قامت السفينة "ســـعودي هفـــوف"، و التي سعتها 66640 متر مكعب بشحن 8624 طن من لفائف الورق، يتطلب الطن الواحد منها 1.8 متر مكعب، فإن:-

$$\text{مؤشر معامل التستيف} = \frac{1.8 \times 8624}{66640} = \frac{15523.2}{66640} = 0.23$$

و بـــدون شـــك فإنـــه كلما زاد مؤشر معامل التستيف كلما دل ذلك على كفاءة أكبر و اســـتخدام أمثل لسعة السفينة، فلتحقيق عملية ناجحة لشحن البضائع يتعين العمل على استغلال كل متر مكعب من فراغ عنبر السفينة، و تستيفه بالبضاعة بالشكل الذي يحقق حسن استخدام البضاعة و سعة السفينة دون التأثير على سلامتها[4].

8 - مؤشر معامل الدورية :-

يمـــثل هذا المؤشر العلاقة بين الكمية العامة للشحنة في الرحلة و متوسط كمية الشحنة الموجـــودة على السفينة خلال زمن الرحلة، حيث يمكن للسفينة تغيير تحميلها عدة مرات وفقاً للموانـــئ التـــي تعمل على خدمتها خلال زمن رحلتها المقطوعة، و كلما زاد معامل الدورية كلما دل على استخدام أفضل للسفينة.

فـــإذا كانت الكميات المحملة و المفرغة في مسار رحلة السفينة "سعودي رياض" على النحو المبين بالجدول اللاحق رقم (5-4):-

فإن مؤشر معامـــل الدوريـــة = $\frac{23868}{8 \div 61055}$ = $\frac{23868}{6783.8}$.

= 3.518

جدول رقم (5-4) بيانات مؤشر معامل الدورية لرحلة السفينة سعودي رياض

الميناء	لبضاعة المحملة	البضاعة المفرغة	الشحنة المنقولة
نيو أورليانز	2194	0	2194
هيوستن	2931	1987	3138
سفانا	1770	155	4783
نورفورك	3073	0	7826
بالتيمور	2714	391	10149
نيويورك	4250	465	13934
جدة	6404	8328	12010
دبي	532	5491	7051
الدمام	0	7051	0
الإجمالي	**23868**	**23868**	**61055**

9 - مؤشر معامل المسافة المقطوعة للسفينة فارغة :-

يتمثل مؤشر معامل المسافة المقطوعة للسفينة وهي فارغة في نسبة المسافة المقطوعة، أو عـــدد الأميال التي تبحرها السفينة فارغة إلى إجمالي المسافة التي تقطعها السفينة بالأميال. إن إبحـــار السفينة فارغة يعني قطعها لمسافة واستغراقها لفترة زمنية تكون فيها غير منتجة ، و علـــيه فإنـــه كلما قصرت هذه المسافة كلما كان ذلك أفضل، و كلما دل على إنتاجية أفضل للسفينة. فإذا أبحرت السفينة "سعودي أبها" من جدة فارغة إلى السويس مسافة 622 ميل، ثم إلى ميناء نورفورك قاطعة مسافة 5351 ميل، لتشحن بضائعها من نيواورلينز مارة بعدد من

الموانئ، لتنتهي رحلتها في ميناء الدمام قاطعة مسافة 18453 ميل، فإن مؤشر معامل المسافة المقطوعة للسفينة فارغة يكون:-

$$= \frac{\text{المسافة التي تقطعها السفينة فارغة}}{\text{المسافة العامة المقطوعة}} = \frac{5351 + 622}{18453} = 0.32$$

10 - مؤشر متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد :-

يعبر هذا المؤشر عن ناتج قسمة حاصل ضرب الكمية المنقولة بالطن في المسافة التي تقطعها السفينة على حجم الشحنات المنقولة، أي أن:-

$$\text{متوسط طول مسافة نقل الطن الواحد} = \frac{\text{الكمية المنقولة} \times \text{المسافة المقطوعة}}{\text{حجم الشحنات المنقولة}}$$

يمـــثل انخفاض هذا المؤشر تشغيلاً أفضل للسفينة و استغلالاً للمسافة المقطوعة بتحقيق خدمـــة نقل أكبر. فإذا قطعت السفينة "إسراء" مسافة 243 ميل مبحرة من ميناء الكويت إلى ميـــناء رأس تنورة بحمولة تبلغ 25000 طن، لتشحن 30000 طن أخرى متجهة إلى بومباي مســـافة 1393 مـــيل لتفريغ كامل الحمولة هناك، فإن متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد يساوي:-

$$= \frac{1393 \times 30000 + 243 \times 25000}{55000}$$

$$= \frac{41790000 + 6075000}{55\ 000} = \frac{47865000}{55\ 000} = 870.27$$ ميل/طن.

11 - مؤشر متوسط طول المسافة المقطوعة للطن من الحمولة عن الرحلة :-

يتمـــثل هـــذا المؤشر في ناتج قسمة المسافة المقطوعة للسفينة على عدد الرحلات لهذه السفينة، حيث يدل انخفاضه على كفاءة أكبر و إنجاز للرحلات بمسافة أقل و العكس بالعكس. أي أنـــه لو سارت الناقلة "هيدرا ستار" مسافة 19542 ميل لقضاء 6 رحلات، فإن متوسط طـــول مســـافة الـــرحلة الواحدة يكون 3257 ميل/ رحلة. و بالنسبة لمجموع السفن المكونة للأسطول البحري يتحدد هذا المؤشر على النحو التالي:-

متوسط طول المسافة المقطوعة للطن من الحمولة عن الرحلة =

$$\frac{\text{مجموع (الحمولة المنقولة للسفينة} \times \text{المسافة التي تقطعها السفينة)}}{\text{مجموع (الحمولة المنقولة للسفينة} \times \text{عدد رحلات السفينة)}}$$

فبافتراض أن الأسطول يتكون من ثلاثة ناقلات فقط، بياناتها ممثلة بالجدول التالي:-

جدول رقم (5-5) بيانات مؤشر متوسط المسافة المقطوعة للطن من الحمولة للرحلة

السفينة	الحمولة المنقولة	المسافة المقطوعة	عدد الرحلات
هيدرا ستار	20578	8952	6
ليبرا ستار	18790	10780	4
جيميني ستار	30500	7597	5

فإن متوسط طول المسافة المقطوعة للطن من الحمولة عن الرحلة يكون :-

$$= \frac{8952 \times 20578 \;+\; 10780 \times 18790 \;+\; 7597 \times 30500}{6 \times 20578 \;+\; 4 \times 18790 \;+\; 5 \times 30500}$$

$$= \frac{184214256 \;+\; 202556200 \;+\; 231708500}{123468 \;+\; 75160 \;+\; 152500} = \frac{618478956}{351128}$$

= 1761.41 ميل / رحلة تقريباً .

12 - مؤشر المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة :-

تحدد السرعة التشغيلية Operational Speed الزمن الذي تستغرقه السفينة في الرحلة. و السـرعة التشغيلية لإبحار السفينة هي عبارة عن المسافة التي تقطعها السفينة مقسومة على زمـن الإبحـار عن الرحلة الواحدة. و عليه فكلما أنجزت السفينة رحلتها بسرعة أكبر كلما كـان ذلك أفضل. فإذا قطعت السفينة "سعودي أبها" مسافة 18453 ميل في 43 يوم إبحار، فإن متوسط السرعة التشغيلية للسفينة يكون:-

متوسط السرعة التشغيلية للسفينة =

$$\frac{\text{المسافة التي تقطعها السفينة}}{\text{زمن الإبحـــار}} = \frac{18453}{43} = 429.12$$ ميل / يوم

أمـا بالنسـبة لعـدد من الرحلات فيتم حساب السرعة التشغيلية لإبحار السفينة بقسمة مجمـوع المسـافات المقطوعة للرحلات المختلفة مقسوماً على إجمالي زمن الإبحار في تلك الـرحلات. و لاختلاف حمولات السفن المكونة للأسطول البحري فإنه عند حساب المتوسط اليومـي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة يؤخذ بالحمولة المنقولة لكل سفينة في الاعتبار. فإذا كانـت "سعودي مكة" تبحر مسافة 14702 ميل خلال 33 يوم بحمولة 46550 طن، فإنه يتم

حساب هذا المؤشر وفقاً للمعادلة التالية:-

المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفن =

$$\frac{\text{مجموع (الحمولة المنقولة لكل سفينة × المسافة التي تقطعها)}}{\text{مجموع (الحمولة المنقولة لكل سفينة × زمن إبحارها)}}$$

$$= \frac{14702 \times 46550 + 18453 \times 45176}{33 \times 46550 + 43 \times 45176} = \frac{1518010828}{3478718}$$

= 436.37 ميل/ يوم .

13 - مؤشر المتوسط اليومي للشحن و التفريغ :-

يمكــن حســاب مؤشر المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ Daily Average Of Loading & Discharging Ratio بأسلوبين. فأما أن يكون بحساب المتوسط اليومي الصافي، أو يكون بحساب المتوسط الإجمالي لمعدل الشحن و التفريغ بالسفينة، على النحو التالي:-

إجمالي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ =

$$\frac{\text{كميــــة البضاعــــة المـــــراد شــــحنها أو تفريغهــا} \times 2}{\text{عدد أيام المكوث بالموانئ لعمليات الشحن و التفريغ و العمليات المساعدة}}$$

صافي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ =

$$\frac{\text{كمية البضاعــة المــراد شــحنها و تفريغها} \times 2}{\text{عدد أيام المكوث بالموانئ لعمليات الشحن و التفريغ فقط}}$$

فــإذا كانــت رحلــة الســفينة " الفارابي " لتفريغ 18780 طن، و شحن 10600 طن تســتدعي المكــوث بالموانــئ لفــترة تبلغ 12 يوم، منها 9 أيام للشحن و التفريغ، و الباقي للعمليات المساعدة، فإن المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ سيكون كالتالي:-

- إجمالي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ = $\frac{29380 \times 2}{12}$ = 4896.67 طن/يوم.

- صافي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ = $\frac{29380 \times 2}{9}$ = 6528.89 طن/يوم.

و بــدون شــك، فــإن ارتفاع معدل الشحن و التفريغ اليومي يدل على كفاءة و إنتاجية أكبر للســفينة، و إنجــاز أسرع لعمليات مناولة البضائع، الأمر الذي يقلل من فترة مكوث السفينة بالموانئ.

14 - مؤشر إنتاجية الطن الواحد حمولة في يوم تشغيل :-

تعد الإنتاجية Productivity أحد العوامل المؤثرة و المحددة لطاقات النقل Transport Capacity للأســطول، و التــي تحسب بقسمة إجمالي الأطنان الميلية للبضاعة المنقولة على

حمولـــة السفينة [5]. و لقياس كفاءة تشغيل الأسطول و إنتاجيته يستخدم مؤشر إنتاجية الطن الواحد حمولة لكل يوم تشغيل، و الذي يمكن أن يتمثل في أحد مؤشرين: إجمالي إنتاجية الطن الواحد حمولة لكل يوم تشغيل، و صافي إنتاجية الطن الواحد لكل يوم تشغيل.

- إجمالي إنتاجية الطن الواحد /يوم تشغيل =

$$\frac{\text{الحمولة المنقولة بين مينائين} \times \text{المسافة المقطوعة بين المينائين}}{\text{صافي حمولة السفينة} \times \text{فترة التشغيل}}$$

و يمكـــن التعبـــير عـــن هذا المؤشر أيضاً بمعادلة أخرى، حيث يكون إجمالي إنتاجية الطـــن الواحـــد لكل يوم تشغيل مساوياً معامل التحميل مضروباً في كل من المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة و معامل زمن الإبحار.

- صافي إنتاجية الطن الواحد /يوم تشغيل =

$$\frac{\text{الحمولة المنقولة بين مينائين} \times \text{المسافة المقطوعة بين المينائين}}{\text{صافي حمولة السفينة} \times \text{زمن الإبحار}}$$

و يعـــبر عـــنه أيضـــاً بحاصل ضرب معامل التحميل في المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة.

و بالـــرجوع إلـــى المـــثال الوارد في الفقرة رقم (5) للسفينة "سعودي تبوك"، فإنه إذا اســـتغرقت الـــرحلة 18 يـــوم منها 12 يوم إبحار، فإن إجمالي إنتاجية الطن الواحد لكل يوم تشغيل يساوي:-

$$= \frac{2464 \times 5713 \ + \ 2285 \times 12862 \ + \ 3466 \times 23003}{18 \times 15209}$$

$$= \frac{123194900}{273762} = 450$$

و بمعلومـــية معـــامل التحمـــيل العام الذي تم قياسه مسبقاً، يكون إجمالي إنتاجيه الطن الواحد /يوم تشغيل:-

= معامل التحميل × المتوسط اليومي لسرعة التشغيل × معامل زمن الإبحار .

$$= 0.986 \times \frac{8215}{12} \times \frac{12}{18} = 450$$

أما عن صافي إنتاجية الطن الواحد لك يوم تشغيل فيكون :-

$$= \frac{2464 \times 5713 \ + \ 2285 \times 12862 \ + \ 3466 \times 23003}{12 \times 15209}$$

$$= \frac{123194900}{182508} = 648$$

و بمعلومـــية معامل التحميل ، يكون صـافي إنتاجية الطن الواحد / يوم تشغيل مساوياً معامل التحميل × المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة، أي أن:-

$$\text{صافي إنتاجية الطن الواحد /يوم تشغيل} = 0.986 \times \frac{8215}{12} = 648$$

النوع الثاني : المؤشرات المالية

تعكـــس المؤشـــرات الماليـــة الكفاءة التشغيلية لسفن الأسطول، و مدى قدرة الشركات المشـــغلة لهـــذه الســـفن على التحكم في وضعها المالي عن طريق خفض التكاليف أو زيادة الإيـــرادات فـــي سبيل تحقيق أقصى ربح. فكما ذكرنا مسبقاً أن الهدف الرئيسي لأي نشاط ملاحـــي إنمـــا يتمـــثل فـــي تحقيق أكبر قدر من الأرباح، فإضافة إلى النفع الذي يعود على الشركات الملاحية من هذه الأرباح، فإنها تعد مؤشر هام للدلالة على كفاءة التشغيل. و على ذلـــك فـــإن المؤشـــرات المالية تتمثل في تلك المؤشرات التي تعتمد على إيرادات الشركات الملاحية و تكاليفها للحكم على إنتاجية التشغيل فيها، و تتمثل في المؤشرات التالية:-

أ - مؤشر إيراد نقل الطن الواحد :-

يقصـــد بالإيـــرادات Revenues المـــبالغ التـــي تتحصل عليها شركات الملاحة نتيجة مزاولـــتها نشـــاطها الجاري و تشغيلها للسفينة. و إن كانت الإيرادات تتوقف على النولون و الـــذي يعتـــبر مـــن المعطيات لا يمكن للشركة الملاحية التحكم فيه و زيادته في سبيل زيادة إيـــراداتها، و تنحصر مقدرتها على زيادة الإيرادات في زيادة كمية البضاعة المنقولة. هذا و يعتبر إيراد الطن الواحد نتاجاً لإنتاجية السفينة، و يقاس بالأطنان الميلية من البضاعة المنقولة و سعر الشحن (النولون) Freight Rate بالطن الميلي مقسومة على حمولة السفينة. و يمكن حســـاب إيـــراد نقـــل الطـــن الواحد بقسمة الإيرادات الكلية المتولدة عن تشغيل السفينة على الحمولـــة المـــنقولة، و على ذلك إذا كانت إجمالي إيرادات تشغيل السفينة "فاضل عرب" تبلغ 137781 دولار، لـــنقلها حمولة مقدارها 4374 طن من ميناء الجبيل إلى ميناء مصوع، فإن إيراد الطن الواحد يكون:-

$$\text{إيراد نقل الطن الواحد} = \frac{\text{إيـــرادات النقـــل}}{\text{عدد الأطنان المنقولة}} = \frac{137781}{4374} = 31.5 \text{ دولار.}$$

ب – مؤشر إيراد نقل الطن الواحد / ميل :-

يستخدم مؤشر إيراد نقل الطن الواحد / ميل لقياس إنتاجية سفن الأسطول أخذاً في الاعتبار بالمسافة التي تقطعها السفينة مبحرة، و الذي يمكن حسابه بقسمة إجمالي الإيرادات على الكمية المنقولة بالطن لكل ميل من المسافة المقطوعة. أي أنه لو بلغت إجمالي إيرادات السفينة "إسراء" 285 ألف دولار، و ذلك لنقل حمولة مقدارها 60 ألف طن و بمسافة 3206 ميل، فإن:-

$$\text{إيراد نقل الطن الواحد / ميل} = \frac{\text{إيرادات النقل}}{\text{عدد الأطنان المنقولة} \times \text{المسافة المقطوعة}}$$

$$= \frac{285000}{3206 \times 60000} = 0.0015 \text{ دولار.}$$

ج – مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد:-

تتمثل تكاليف التشغيل في تلك المبالغ التي تتحملها المنشأة في سبيل تشغيل سفنها. و تعتبر التكاليف من العناصر التي يمكن للشركة التحكم فيها نسبياً لزيادة أرباحها على خلاف الإيرادات، و كلما استطاعت الشركة تخفيض هذه التكاليف كلما زادت عائداتها، و بالتالي استمرارها و إثبات وجودها على الساحة الملاحية. و لحساب تكلفة الطن الواحد كمؤشر لقياس مدى كفاءة التشغيل و مقدرة الشركة على خفض تكاليفها يتم قسمة تكلفة التشغيل الكلية على كمية الشحنة المنقولة. فإذا كانت إجمالي تكاليف تشغيل السفينة "هانو إكسبريس" لرحلتها جدة /بورتسودان 54650 دولار، و ذلك لنقل حمولة مقدارها 1200 طن، فإن:-

$$\text{تكلفة نقل الطن الواحد} = \frac{\text{تكلفة التشغيل الكلية}}{\text{عدد الأطنان المنقولة}} = \frac{54650}{1200} = 45.54 \text{ دولار}$$

د – مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد /ميل :-

يتمثل مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد لكل ميل من المسافة المقطوعة في نسبة إجمالي التكاليف التشغيلية إلى الحمولة المنقولة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة، فإذا كانت إجمالي تكاليف السفينة "ياسمين" لنقل 29800 طن و لمسافة 3257 ميل قد بلغت 280672 فسيتم حساب هذا المؤشر كالتالي:-

$$\text{تكلفة نقل الطن الواحد / ميل} = \frac{\text{تكلفة التشغيل الكلية}}{\text{عدد الأطنان المنقولة} \times \text{المسافة المقطوعة}}$$

$$= \frac{280672}{3257 \times 29800} = 0.0029 \text{ دولار}$$

هـ - مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة :-

يقصد بهذا المؤشر تقدير تكلفة النقل للطن الواحد عن الرحلة الواحدة شاملة تكاليف الإبحار، و تكلفة المكوث بالموانئ، و تتوقف قيمة هذا المؤشر على الزمن المستغرق للرحلة سواء زمن إبحار السفينة أو زمن مكوثها بالميناء، و الذي كلما زاد أدى إلى زيادة التكلفة التي تتحملها الشركة عن الرحلة الواحدة. و يتم حساب مؤشر تكلفة الطن عن الرحلة بالمعادلة التالية:-

تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة =

$$\frac{\text{تكلفة الإبحار اليومية} \times \text{عدد أيام الإبحار} + \text{تكلفة الموانئ اليومية} \times \text{عدد أيام الموانئ}}{\text{عدد الأطنان المنقولة}}$$

فإذا كانت رحلة السفينة " بدر " من الجبيل إلى كاندلا تستغرق 41.2 يوم، تبحر فيها السفينة 35.2 يوم و تمكث في الموانئ الأيام الباقية لنقل بضاعة مقدارها 11250 طن. و بافتراض أن التكلفة اليومية لإبحار السفينة تبلغ 6500 دولار، و تصل تكاليف الموانئ اليومية 20248 دولار. فإن تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة سيكون كالتالي:-

$$\text{تكلفة نقل الطن عن الرحلة} = \frac{6 \times 20248 + 35.2 \times 6500}{11250}$$

$$= \frac{121488 + 228800}{11250} = 31.14 \text{ دولار.}$$

و - مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة /ميل :-

يقاس مؤشر تكلفة نقل الطن للرحلة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة بالمعادلة التالية:-

تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة / ميل =

$$\frac{\text{تكلفة الإبحار اليومية} \times \text{عدد أيام الإبحار} + \text{تكلفة الموانئ اليومية} \times \text{عدد أيام الموانئ}}{\text{عدد الأطنان المنقولة} \times \text{عدد الأميال المقطوعة}}$$

فإذا كانت السفينة السابقة قد قطعت مسافة 10984 ميل في رحلتها، فإن:-

$$\text{تكلفة نقل الطن عن الرحلة / ميل} = \frac{6 \times 20248 + 35.2 \times 6500}{10984 \times 11250}$$

$$= \frac{350288}{123570000} = 0.0028 \text{ دولار.}$$

ثانياً – نموذج رياضي لتحديد الحجم الأمثل للسفن لكل خط ملاحي

في حالة أسطول يتكون من عدد من السفن العاملة على خطوط ملاحية مختلفة تواجه الشـــركة الملاحـــية مشـــكلة اتخاذ القرار فيما يتعلق بحجم السفن ، حيث يتعين اختيار حجم الســـفينة الأمـــثل لكـــل خط ملاحي أو مسار من المسارات. و يعرف الحجم الأمثل للسفينة بأنـــه : "ذلـــك الحجم القادر على شحن حمولة معينة من البضاعة لمسافة محددة معطاة بأقل تكلفـــة تشـــغيل ممكـــنة"[6]. هذا و يتحدد حجم السفينة الأمثل بتدنية تكاليف الطن الواحد من البضـــاعة المحمولـــة في البحر و الميناء ، فبينما تنخفض تكاليف الطن الواحد من البضاعة المحمولـــة أثـــناء الإبحـــار مع كبر حجم السفينة ، فإن تكلفة الطن في الميناء قد تزيد مع كل زيـــادة فـــي حجـــم السفينة[7]. و لقد تعددت الدراسات التي تناولت موضوع الحجم الأمثل للســـفينة متـــناولة المشكلة بأسلوب التحليل القياسي Econometric Analysis لتقدير التكاليف الكلية للتشغيل كدالة في الحجم، ليتحدد حجم السفينة الأمثل بأقل مستوى من التكلفة الكلية [8]. و حيث أنه لا يوجد حجم محدد للسفينة يمكن أن يعد هو بذاته حجماً أمثلاً لجميع أنواع السفن أو لكافـــة المســـارات التي تشغل عليها السفينة، فإننا في دراستنا هذه نستخدم أسلوب مغاير يتمـــثل في استخدام البرمجة الخطية لإيجاد الحجم الأمثل لكل خط من الخطوط الملاحية التي تشغل عليها الشركة سفنها و ذلك من خلال تدنية إجمالي التكاليف الكلية لتشغيل السفينة.

و فـــي ســـبيل صياغة نموذج رياضي عام يمكن استخدامه لتحديد الحجم الأمثل لكل خـــط ملاحي أو مسار من المسارات مختلفة المسافات و الذي يحقق أقل تكلفة تشغيل ممكنة، نفـــترض أن الشـــركة محـــل الدراســـة تمتلك عدداً من السفن متماثلة النوع، و ذوات أحجام مخـــتلفة، وتعمـــل علـــى عدد من الخطوط الملاحية متفاوتة المسافات. يصاغ هذا النموذج لتوظـــيف كل حجم من أحجام السفن المتاحة على المسار أو الخط الذي يحقق أمثلية تشغيله، حيث أن:-

I : إجمالي عدد السفن المكونة لأسطول الشركة العامل.

N : إجمالي الخطوط الملاحية التي يمكن أن تشغل عليها السفن المتاحة.

Q_N : كمية البضاعة أو الحمولات المتاحة على الخط الملاحي (n) حيث أن ($n = 1,2,..N$).

T_i : ميزانية زمن تشغيل السفينة (i) حيث أن ($i = 1,2,...I$).

C_{in} : تكلفة تشغيل السفينة (i) على الخط الملاحي(n) للرحلة الواحدة.

Y_{in} : إنتاجية السفينة (i) (الحمولة المنقولة) على الخط الملاحي(n) للرحلة الواحدة.

d_{in} : عدد أيام الرحلة للسفينة (i) على الخط الملاحي(n) .

V_{in} : عدد رحلات السفينة (i) على الخط الملاحي (n) خلال الفترة التقويمية للسفينة.

و لإيجاد الحجم الأمثل للسفينة فإنه يتعين علينا تحديد ذلك العدد من الرحلات الذي يكفل تحقيق دالة الهدف ، و المتمثلة في إيجاد أدنى مستوى من التكاليف لكل حجم من الأحجام المتاحة من سفن الأسطول و على كل خط من الخطوط الملاحية المحددة. هذا و سيتم توزيع بيانات النموذج على النحو المبين بالجدول اللاحق رقم (5-6).

صياغة المشكلة

دالة الهدف :-

قد تهدف الشركة الملاحية إلى تعظيم أرباحها و تحديد ذلك الحجم من السفن الكفيل بتحقيق أكبر قدر من الأرباح ، أو قد تهدف إلى تدنية التكاليف الكلية لتشغيل. و لما كان الحجم الأمثل للسفينة هو ذلك الحجم الكفيل بتحقيق أقل قدر ممكن من التكلفة الكلية للطن الواحد المنقول من البضاعة ، فإن دالة الهدف في نموذجنا هذا سوف تتمثل في تحقيق أقل قدر من تكاليف التشغيل الكلية للطن الواحد من البضاعة التي تنقلها السفن ذات الأحجام المختلفة على الخطوط الملاحية المحددة و من ثم اختيار الحجم الأنسب لكل مسار أو خط ملاحي يمكن أن تشغل عليه السفينة.

و على ذلك فإنه للحصول على تكلفة نقل الطن الواحد من الحمولة للسفينة خلال الفترة التقويمية المفترضة نقوم بإيجاد حاصل ضرب تكلفة نقل الطن للرحلة الواحدة في عدد الرحلات المنجزة لكل حجم من الأحجام المتاحة من السفن و على كل خط ملاحي أو مسار من المسارات كما يلي :-

$$Min \quad \sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} \frac{C_{in}}{Y_{in}} * V_{in} .... \quad (1)$$

حيث أن تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة = $\frac{\text{إجمالي تكاليف التشغيل}}{\text{الحمولة المنقولة}} = \frac{C}{Y}$

جدول رقم (5-6) توزيع بيانات الحجم الأمثل للسفينة

الخطوط الملاحية / أحجام السفن	1	..2	الخط الملاحي (n)	...	N	فترة التشغيل لكل حجم من السفن
1			C_n V_n d_n Y_n			T_1
2			C_n V_n d_n Y_n			T_2
..			...			...
..			...			..
I			C_n V_n d_n Y_n			T_f
الحمولة المتاحة لكل خط ملاحي بالطن	Q_1	Q_2	Q_n	..	Q_N	

القيود :

أ - قيود الزمن Time Constraints

تتمثل في أن حاصل ضرب عدد أيام الرحلة في عدد رحلات كل سفينة على كل خط ملاحي لابد و أن يكون مساوياً لفترة التشغيل المفترضة لكل حجم من أحجام السفن على الخطوط الملاحية المختلفة.

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} d_{in} * V_{in} = T_{i} \text{.....} \quad (2)$$

$(i = 1,2,\ldots\ldots I) , (n = 1,2,\ldots\ldots N)$

ب – قيود البضاعة Cargo Constraints

تتمثل في ألا تزيد كمية الشحنات المنقولة بواسطة كل سفينة مضروبة في عدد رحلات السفينة على كل خط ملاحي عن الحمولة المتاحة لجميع السفن على كل خط ملاحي، أي أن:

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} Y_{in} * V_{in} \leq Q_{n} \text{.....} \quad (3)$$

$(i = 1,2,\ldots\ldots I) , (n = 1,2,\ldots\ldots N)$

ج – قيود اللاسالبية Non-negative Constraints

تتمثل في القيد القائل بأن جميع قيم V_{ir} غير سالبة ، أي أن :

$$V_{in} \geq 0 \text{.......... ....} \quad (4)$$

و وفقاً لما تقدم تأخذ مشكلة تحديد حجم السفينة الأمثل الصورة الرياضية التالية :-

$$Min \quad \sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} \frac{C_{in}}{Y_{in}} * V_{in} \text{........} \quad (1)`$$

حيث أن :-

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} d_{in} * V_{in} = T_{i} \text{.....} \quad (2)`$$

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{n=1}^{N} Y_{in} * V_{in} \leq Q_{n} \text{.....} \quad (3)`$$

$$V_{ir} \geq 0 \text{.......... ....} \quad (4)`$$

و فـيما يلـي نورد الجداول الخاصة بالبيانات التي سيتم تطبيقها على نموذج الحجم الأمـثل للسفينة، و الخاصة بحالة شركة ملاحية تمتلك خمسة من السفن ذوات أحجام مختلفة و التي يمكن تشغيلها على ثلاثة خطوط ملاحية مختلفة المسافات.

جدول رقم (5-7) بيانات عدد أيام الرحلة الكاملة للسفن المختلفة على كل خط ملاحي

السفينة	الخط الملاحي الأول (18254 ميل)	الخط الملاحي الثاني (14605 ميل)	الخط الملاحي الثالث (8514 ميل)	الفترة التقويمية
السفينة الأولى (12010)	67	55	36	335
السفينة الثانية (23740)	61	50	33	365
السفينة الثالثة (37009)	70	58	37	350
السفينة الرابعة (59942)	64	51	34	350
السفينة الخامسة (96800)	58	48	32	365

جدول رقم (5-8) بيانات حمولات السفن على كل خط ملاحي بالألف طن

السفينة	الخط الملاحي الأول (18254 ميل)	الخط الملاحي الثاني (14605 ميل)	الخط الملاحي الثالث (8514 ميل)
السفينة الأولى (12010)	28.176	25.800	16.122
السفينة الثانية (23740)	32.360	27.725	21.730
السفينة الثالثة (37009)	42.182	37.960	33.200
السفينة الرابعة (59942)	69.280	45.650	35.604
السفينة الخامسة (96800)	92.138	62.681	52.680
الحمولات المتاحة	562.828	494.350	427.883

جدول رقم (5-9) بيانات إجمالي تكلفة تشغيل السفن على كل خط ملاحي بالألف دولار

السفينة	الخط الملاحي الأول (18254 ميل)	الخط الملاحي الثاني (14605 ميل)	الخط الملاحي الثالث (8514 ميل)
السفينة الأولى (12010)	1273	1062	689
السفينة الثانية (23740)	1220	1017	665
السفينة الثالثة (37009)	1680	1399	893
السفينة الرابعة (59942)	1408	1129	769
السفينة الخامسة (96800)	1508	1258	838

و بتطبيق البيانات السابقة على جدول توزيع البيانات رقم (5-10) يصبح الجدول على النحو المبين لاحقاً ، هذا و مع تطبيق بيانات الجدول على معادلات النموذج يتكون لينا نموذج الأمثل للسفينة للشركة الملاحية محل الدراسة على النحو التالي:-

$$Min.\frac{C}{Y}(V) = 45.18V_{11} + 41.16V_{12} + 42.74V_{13} + 37.70V_{21} + 36.68V_{22}$$
$$+ 30.60V_{23} + 39.83V_{31} + 36.85V_{32} + 26.90V_{33} + 20.32V_{41} + 24.373V_{42}$$
$$+ 21.60V_{43} + 16.37V_{51} + 20.07V_{52} + 16.54V_{53}$$

علماً بأن قيود الزمن هي:-

$$67V_{11} + 55V_{12} + 36V_{13} = 335$$
$$61V_{21} + 50V_{22} + 33V_{23} = 365$$
$$70V_{31} + 58V_{32} + 37V_{33} = 350$$
$$64V_{41} + 51V_{42} + 34V_{43} = 350$$
$$58V_{51} + 48V_{52} + 32V_{53} = 365$$

و قيود الحمولة هي:-

$$28.176V_{11} + 32.36V_{21} + 42.18V_{31} + 69.28V_{41} + 92.138V_{51} \leq 562.828$$

$$25.8V_{12} + 27.725V_{22} + 37.966V_{32} + 45.65V_{42} + 62.681V_{52} \leq 484.35$$

$$16.122V_{13} + 21.73V_{23} + 33.2V_{33} + 35.604V_{43} + 50.68V_{53} \leq 427.883$$

جدول رقم (5–10) توزيع بيانات نموذج الحجم الأمثل للسفينة

الخطوط / السفن	1	2	3	فترة التشغيل (الفترة التقويمية)
السفينة الأولى	1273 V_{11} 67 28.176	1062 V_{12} 55 25.8	689 V_{13} 36 16.122	335
السفينة الثانيـــة	1220 V_{21} 61 32.36	1017 V_{22} 50 27.725	665 V_{23} 33 21.73	365
السفينة الثالثـــة	1680 V_{31} 70 42.182	1399 V_{32} 58 37.966	893 V_{33} 37 33.2	350
السفينة الرابعة	1408 V_{41} 64 69.28	1129 V_{42} 51 45.65	769 V_{43} 34 35.604	350
السفينة الخامسة	1508 V_{51} 58 92.138	1258 V_{52} 48 62.681	838 V_{53} 32 50680	365
الحمولـــة المتاحة على كل خـط ملاحـي بالألـف طـن	562.828	494.35	427.883	

و بحل المثال التطبيقي للنموذج السابق على الحاسب الآلي باستخدام برنامج "ليندو" *LINDO* ، يوضح الشكل رقم (5 – 2) عدد رحلات الحل الأمثل كما أظهره الحاسب الآلي، حيث كانت نتائج حل النموذج لقيم دالة الهدف و متغيرات القرار على النحو التالي:-

(1) – قيمة دالة الهدف *Objective Function Value* = 985.3022

يشير ذلك إلى أن الحل الأمثل للمشكلة محل الدراسة سيحقق أدنى تكلفة تشغيل إجمالية ممكنة مقدارها . دولارتقريباً للطن الواحد من البضاعة المنقولة.

(2) – قيمة دالة الهدف *Decision variables Value* المثلى هي :-

$V_{11} = 5$

$V_{21} = 6$

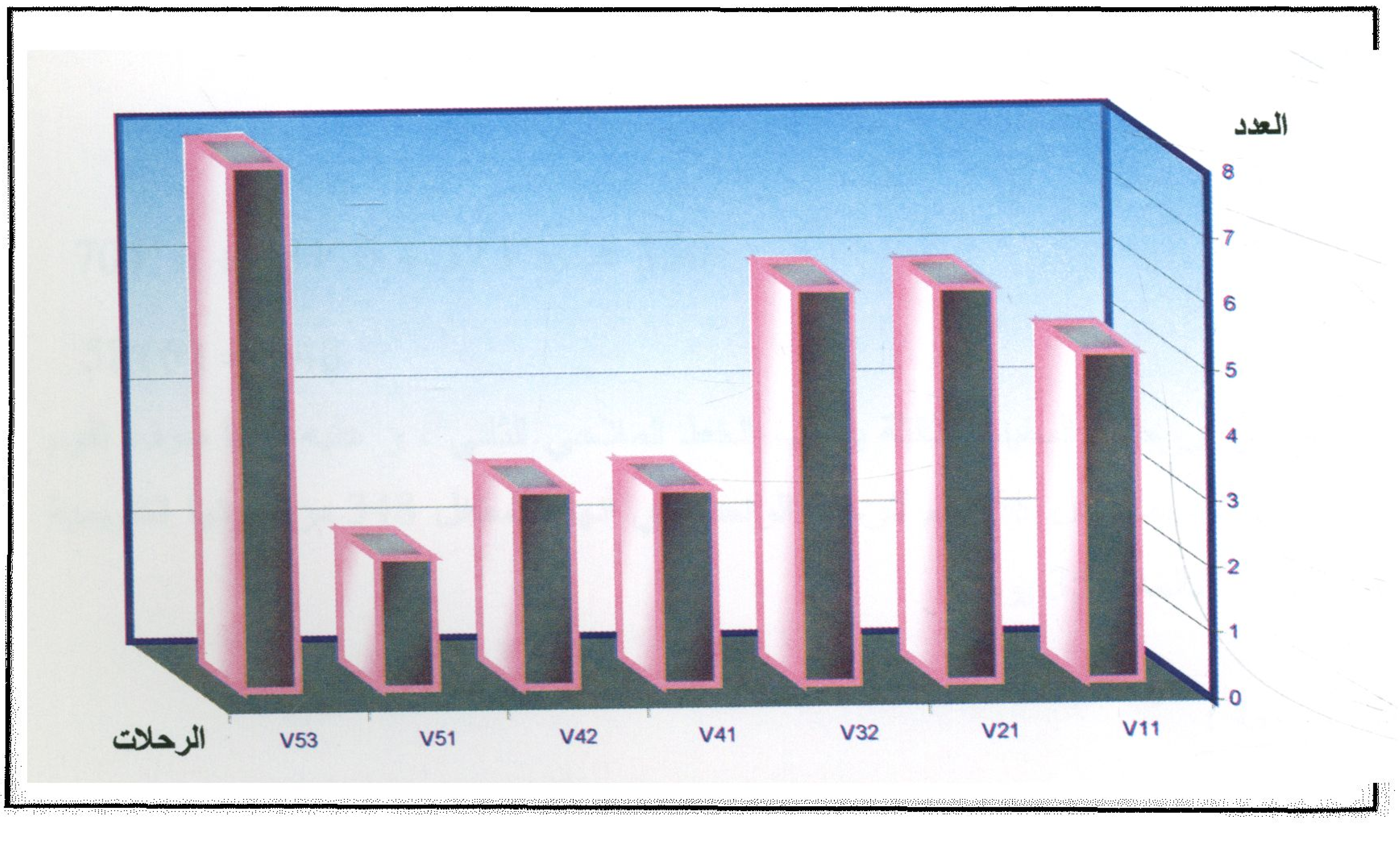
$V_{32} = 6$

$V_{41} = 3$

$V_{42} = 3$

$V_{51} = 2$

$V_{53} = 8$



شكل رقم (5-2) عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج الحجم الأمثل للسفينة

و لبرهـــنة قيود النموذج الخاصة بزمن تشغيل كل سفينة من السفن المتاحة نعوض عن قيم عدد الرحلات لتكون على النحو التالي :

السفينة الأولى :

$$67V_{11} + 55V_{12} + 36V_{13} = 335$$

$$67(5) = 335$$

وهـــذا يعنـــي أن حجم السفينة الأولى هو الحجم الأمثل للعمل على الخط الملاحي الأول ، و علـــيه فإنها سوف تقوم بخمس رحلات على هذا الخط بمعدل 67 يوم للرحلة الواحدة أي أنها ستستغل الفترة التقويمية المخطط لها بالكامل و البالغة 335 يوم.

السفينة الثانية :

$$61V_{21} + 50V_{22} + 33V_{23} = 365$$

$$61(6) = 366$$

وهـــذا يعنـــي أن حجم السفينة الثانية يناسب الخط الملاحي الأول أيضاً ، حيث ستقوم السفينة بســـت رحـــلات على هذا الخط بمعدل 61 يوم للرحلة الواحدة أي أنها ستستغل كامل الفترة التقويمـــية المخطط لها و البالغة 365 يوم مع زيادة مقدارها يوم واحد ، أي أنه ستحتاج إلى 366 للقيام برحلاتها على هذا الخط.

السفينة الثالثة :

$$70V_{31} + 58V_{32} + 37V_{33} = 350$$

$$58(6) = 348$$

وهـــذا يعنـــي أن حجم السفينة الثالثة يناسب الخط الملاحي الثاني ، و عليه فإنها سوف تقوم بســـت رحـــلات بمعـــدل 58 يوم للرحلة الواحدة أي أنها ستستغل 348 من فترتها التقويمية المخطط لها و البالغة 350 يوم.

السفينة الرابعة :

$$64V_{41} + 51V_{42} + 34V_{43} = 350$$

$$64(3) + 51(3) = 192 + 153 = 345$$

وهـــذا يعنـــي أن حجم سفينة كالسفينة الرابعة يعد حجماً أمثلاً للعمل على الخطين الملاحيين الأول و الثاني . على الخط الأول سوف تقوم السفينة بثلاث رحلات بمعدل 64 يوم للرحلة الواحدة أي ستعمل لمدة 192 يوم . و على الخط الملاحي الثاني سوف تعمل 153 يوم خلال ثـــلاث رحـــلات أخرى أي بمعدل 51 يوم للرحلة الواحدة. و بذلك فإن هذه السفينة ستستغل 345 يوم من الفترة التقويمية المخطط لها و البالغة 350 يوم.

السفينة الخامسة :

$$58V_{51} + 48V_{52} + 32V_{53} = 365$$

$$48(2) + 32(8) = 96 + 256 = 352$$

وهـــذا يعنـــي أن الحجـــم الـــذي تمثله السفينة الخامسة يعد حجماً أمثلاً للعمل على الخطين الملاحييـــن الثانـــي و الثالث . على الخط الملاحي الثاني سوف تقوم السفينة برحلتين بمعدل 48 يـــوم للرحلة الواحدة أي ستعمل لمدة 96 يوم على هذا الخط . و على الخط الثالث سوف تعمل 256 يوم تنجز فيها ثماني رحلات أي بمعدل 32 يوم للرحلة الواحدة. و بذلك فإن هذه السفينة ستستغل 352 يوم من فترتها التقويمية المخطط لها و البالغة 365 يوم.

أمـــا بالنســـبة للشـــحنات المنقولة على كل خط من الخطوط الملاحية الثلاثة فإنه يتم الحصول عليها بالتعويض عن عدد الرحلات في قيود الحمولة كالتالي :

الخط الملاحي الأول:

$$28.176V_{11} + 32.36V_{21} + 42.18V_{31} + 69.28V_{41} + 92.138V_{51} \leq 562.828$$

$$28.176(5) + 32.36(6) + 69.28(3) = 140.88 + 194.16 + 207.84 = 542.88 < 562.828$$

علـــى الخط الملاحي الأول تعمل ثلاثة من السفن المتاحة الأولى و الثانية و الرابعة ، بحيث تنقل السفينة الأولى 140.88 ألف طن خلال رحلاتها الخمس ، بينما تقوم السفينة الثانية بنقل 194.16 ألـــف طـــن خـــلال ست رحلات تقوم بها على هذا الخط. أما السفينة الرابعة فتقوم بـــثلاث رحلات تنقل خلالها 207.84 ألف طن. و على ذلك يكون إجمالي الشحنات المنقولة

علـــى الخـــط الأول 542.88 ألـــف طـــن مـــن البضاعة المتاحة على هذا الخط و البالغة 562.828 ألف طن.

<u>الخط الملاحي الثاني:</u>

$$25.8V_{12} + 27.725V_{22} + 37.966V_{32} + 45.65V_{42} + 62.681V_{52} \leq 484.35$$

$$37.966(6) + 45.65(3) + 62.681(2) = 227.796 + 136.95 + 125.362 = 480.108 < 484.35$$

علـــى الخـــط الملاحـــي الثانـــي تعمل ثلاثة من السفن أيضاً و هي السفن الثالثة و الرابعة و الخامســـة ، فتنقل السفينة الثالثة 227.796 ألف طن خلال ست رحلات تقوم بها خلال فترتها التقويمـــية ، و تقوم السفينة الرابعة بنقل 136.95 ألف طن مقسمة على رحلتين تقوم بها على هـــذا الخط. هذا بينما تنجز السفينة الرابعة بثلاث رحلات تنقل خلالها 125.362 ألف طن. و علـــى ذلك يكون مجوع الشحنات المنقولة على الخط الملاحي الثاني 480.108 ألف طن من إجمالي البضاعة المتاحة على هذا الخط و البالغة 484.35 ألف طن.

<u>الخط الملاحي الثالث:</u>

$$16.122V_{13} + 21.73V_{23} + 33.2V_{33} + 35.604V_{43} + 50.68V_{53} \leq 427.883$$

$$50.68(8) = 405.44 < 427.883$$

علـــى الخـــط الملاحي الثالث تعمل السفينة الخامسة فقط و التي تنجز 8 رحلات خلال الفترة التقويمـــية المخصصة لتشغيلها لتنقل 405.44 من إجمالي الحمولة المتاحة على هذا الخط و البالغة 427.883 الف طن.

و مـــن واقع ما سبق، يمكن وضع بيانات الحل الأمثل للنموذج الخاصة بكل حجم من أحجام الســـفن وفق الخطوط الملاحية المتاحة من حيث عدد الرحلات و زمن كل رحلة و الحمولات المنقولة، على النحو الموزع بالجدول التالي:-

جدول رقم (5-11) بيانات الحل الأمثل لنموذج الحجم الأمثل للسفينة

الخط الملاحي أحجام السفن	عدد الرحلات/خط ملاحي			المجموع	عدد أيام التشغيل	عدد أيام التوقف	الشحنات المنقولة بالألف طن
	الأول	الثاني	الثالث				
الحجم الأول	5	–	–	5	335	0	140.880
الحجم الثاني	6	–	–	6	366	1-	194.160
الحجم الثالث	–	6	–	6	348	2	227.796
الحجم الرابع	3	3	–	6	345	5	344.790
الحجم الخامس	–	2	8	10	352	13	530.802
المجموع	14	11	8	33			
الشحنات المنقولة بالألف طن	542.88	490.108	405.44				1438.428
التكلفة الكلية = 985,302.2 دولار للطن الواحد.							

و بناء على ما تقدم تكون خطة تشغيل السفن المتاحة وفق معيار الحجم الأمثل للسفينة على كل خط من الخطوط المحددة على النحو التالي:-

(1) – السفينة الأولى:

السفينة الأولى ذات الحجم الأصغر بين السفن المتاحة للشركة الملاحية تعد ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على الخط الملاحي الأول و الذي تقطع فيه السفينة مسافة 18254 ميل في الرحلة الكاملة ، تنجزها خلال 67 يوم شاحنة خلالها 28.176 ألف طن. تقوم السفينة خلال الفترة التقويمية المخطط لها بخمس رحلات تستغرق لإنجازها 335 يوم، ليبلغ إجمالي الشحنات المنقولة 140.880 ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد من البضاعة لهذه السفينة على هذا الخط الملاحي للرحلة الواحدة تبلغ 45.18 دولار، فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فترة تشغيلها تساوي 6364.958 ألف دولار. وإذا فرض و كان سعر النولون ثابتاً عند 40 دولار للطن فإن إيرادات هذه السفينة ستصبح 5635.2 ألف دولار[9]، لتحقق السفينة بذلك أقل خسارة ممكنة مقدارها 729.758 ألف دولار[10].

(2) – السفينة الثانية:

السـفينة الثانـية تعـد ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على الخط الملاحي الأول و الذي تقطع فيه مسـافة 18254 مـيل في الرحلة الكاملة، تنجزها خلال 61 يوم شاحنة خلالها 32.36 ألف طـن. تقـوم هذه السفينة خلال الفترة التقويمية المخطط لها بست رحلات تستغرق لإنجازها 366 يـوم، ليبلغ إجمالي الشحنات المنقولة 194.16ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد مـن البضاعة لهذه السفينة على هذا الخط الملاحي للرحلة تبلغ 37.70 دولار، فإن التكاليف الكلـية للسـفينة خلال فترة تشغيلها تساوي 7319.832 ألف دولار. و بثبات سـعر النولون عند 40 دولار، فإن إيرادات هذه السفينة ستصبح 7766.4 ألف دولار ، لتحقق السفينة بذلك أقصى ربح ممكن مقداره 446.568 ألف دولار.

(3) – السفينة الثالثة:

السـفينة الثالثة ذات الحجم المتوسط نسبياً بين السفن المتاحة للشركة الملاحية تعد ذات حجماً أمـثلاً للتشـغيل على الخط الملاحي الثاني و الذي تقطع فيه السفينة 14605 ميل في الرحلة الكاملـة خـلال 58 يوم شاحنة خلالها 37.96 ألف طن. تقوم السفينة خلال فترتها التقويمية بسـت رحلات تستغرق لإنجازها 348 يوم ، ليبلغ إجمالي الشحنات المنقولة خلال تلك الفترة 227.796 ألـف طـن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد من البضاعة للسفينة الثالثة على هذا الخـط الملاحـي الثاني للرحلة الواحدة تبلغ 30.60 دولار فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فـترة تشـغيلها تساوي 6970.558 ألف دولار. هذا و تحقق السفينة إيرادات كلية مقدارها 9111.84 ألف دولار ، لتحقق بذلك أقصى ربح ممكن مقداره 2141.282 ألف دولار.

(4) – السفينة الرابعة:

السـفينة الـرابعة تعد سفينة ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على أكثر من خط ملاحي، حيث تعمل علـى الخطيـن الملاحييـن الأول و الثاني. تشغل السفينة على الخط الملاحي الأول قاطعة مسافة 18254 ميل للرحلة التي تستغرق فيها 64 يوم شاحنة 69.28 ألف طن. و حيث أن السـفينة تقـوم السـفينة بثلاث رحلات على هذا الخط فإنها تستغرق 192 يوم تشحن خلالها 207.84 ألـف طـن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد لهذه السفينة على الخط الأول للرحلة الواحدة تبلغ 20.32 دولار فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فترة تشغيلها تساوي4223.309 ألف دولار.

و علـى الخـط الملاحي الثاني تقطع السفينة مسافة 14605 ميل للرحلة التي تستغرق فـيها 51 يـوم شاحنة بضاعة مقدارها 45.65 ألف طن. تنجز السفينة على هذا الخط ثلاث

رحـــلات أخـــرى فتكون إجمالي الفترة التي تقضيها السفينة 153 يوم تشحن خلالها 136.95 ألـــف طن. و تكون تكاليف رحلات السفينة على هذا الخط مقدارها 3337.882 ألف دولار حيـــث تكلفـــة الطـــن الواحد تساوي 24.373 دولار. و بناء على ذلك تبلغ إجمالي تكاليف الســـفينة 7561.191 ألف دولار لشحن 344.79 ألف طن من البضاعة المتاحة على الخطين الأول و الثانـــي. فإذا كان إجمالي إيرادات السفينة تساوي 13791.6 ألف دولار خلال فترة تشغيلها فإنها ستحقق أرباح تبلغ 7561.19 ألف دولار.

(5) – السفينة الخامسة:

الســـفينة الخامســـة هـــي أكبر السفن المتاحة حجماً و يعد حجمها أمثلاً للتشغيل على الخطين الملاحييـــن الثاني و الثالث. تشغل السفينة على الخط الملاحي الثاني قاطعة مسافة 14605 ميل لرحلتها الكاملة التي تستغرق 48 يوم لشحن ما مقداره 62.681 ألف طن من البضاعة. تقـــوم السفينة على هذا الخط برحلتين تحتاج فيهما إلى 96 يوم لتشحن حمولة 125.362 ألف طـــن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد لهذه السفينة للرحلة الواحدة على الخط الملاحي الثاني تســـاوي 20.07 دولار فـــإن تكالـــيف رحلتيها الكلية على هذا الخط ستبلغ 2516.015 ألف دولار.

و علـــى الخـــط الملاحـــي الثالث تقطع السفينة مسافة 8514 ميل للرحلة الواحدة التي تســـتغرق فيها 32 يوم شاحنة بضاعة مقدارها 52.68 ألف طن. تنجز السفينة على هذا الخط ثمانـــي رحـــلات تقضي فيها السفينة 256 يوم تشحن خلالها 421.44 ألف طن. و حيث أن رحلة السفينة على هذا الخط الملاحي تكلفها 16.54 دولار للطن المنقول من البضاعة ، فإن تكالـــيفها الكلـــية ستبلغ 6970.618 ألف دولار لتشغيلها على الخط الثاني. و على ذلك فإن إجمالـــي تكالـــيف هذه السفينة خلال فترتها التقويمية 9486.633 ألف دولار. و لما كان إجمالـــي شـــحنات الســـفينة تبلغ 546.802 ألف طن ، فإن الإيرادات الكلية للسفينة ستساوي 21872.08 ألـــف دولار، و عليه تجقق أقصى ربح ممكن و الذي يعادل 12385.447 ألف دولار.

و كمـــا يلاحـــظ أن السفينة الخامسة تحظى بأقل تكلفة تشغيل للطن الواحد المنقول من البضـــاعة ، كمـــا و تحقـــق أكـــبر قدر من الأرباح مقارنة بالسفن الأخرى ، و هذا ما يؤيد الدراســـات القائمة على اختبار و إثبات فرضية أن السفن الأكبر حجماً هي الأكثر جدوى من الناحـــية الاقتصادية حيث تنخفض تكلفة التشغيل لكل طن من البضاعة المنقولة مع كل زيادة في حجم السفينة[11].

ثالثاً – نموذج رياضي للتخصيص الأمثل للسفن على المسارات المختلفة

تعد مشكلة اختيار المسار الأمثل لكل نوع من أنواع السفن المتاحة لدى شركة الملاحة و كيفـية تخصـيص تلـك السفن بين الموانئ المختلفة من المشكلات التي تعني بها أي شركة ملاحـية. فـإذا كانت المشكلة التي تعني بها شركة الملاحة تتمثل في الرغبة في تخصيص عـدة أنواع من السفن لتشغيلها على عدد من المسارات على خط ملاحي معين ، فإنه يتوجب اختـيار المسار الأمثل لكل نوع من السفن المتاحة. و ترتبط بمشكلة التخصيص دائماً مشكلة تحديـد تكـرارية خدمـة السفن(12)، و التي يتحدد من خلالها عادة عدد السفن التي يجب أن تخصـص لخدمـة كل مسار من المسارات المعنية. و يستلزم الأمر وضع هذه المشكلة في قوالـب رياضـية يمكنـنا من إيجاد حل رقمي محدد لها ، بحيث نمنح متخذ القرار الاختيار الأمثل للمسارات الواجب تشغيل كل نوع من أنواع السفن عليها.

و لصـياغة المشـكلة محـل الدراسة رياضياً نشير إلى متغيرات هذا النموذج بالرموز التالية :-

V_{sr} : عدد الرحلات التي تقوم بها السـفينة من النوع (s) على المسـار(r) ، حيث أن $(r = 1,2,\ldots,R)$ ، $(s = 1,2,\ldots,S)$..

Vo_r : العدد الأدنى من الرحلات السنوية الممكنة على المسـار(r).

R : عدد المسارات المحددة لتشغيل السفن عليها.

S : الأنواع المتاحة من السفن المكونة لأسطول الشركة الملاحية.

Is : إجمالي عدد السفن المتاحة من النوع (s).

U_r : تكرارية الخدمة السنوية للسفن على المسار(r).

P_{sr} : الربح المتوقع للسفينة من النوع (s) من التشغيل على المسار(r).

C_{sr} : تكلفة تشغيل السفينة من النوع (s) على المسار(r).

d_{sr} : عدد أيام رحلة السفينة (s) وفقاً للمسار(r) .

T_s : مدة الموسم الملاحي لتشغيل السفينة (s) خلال الفترة الزمنية المخططة لها.

E_{sr} : إجمالي الإيرادات المتوقعة للسفينة (s) من التشغيل على المسار (r) عن الرحلة الواحدة.

X_s : تكلفة التوقف اليومية للسفينة من النوع (s).

L_s : عدد أيام التوقف السنوية للسفينة من النوع (s).

دالة الهدف :

تتمـــثل مشكلة النموذج محل الدراسة في تحديد المسارات المثلى للأنواع المختلفة من السفن المتاحة للشركة الملاحية و المراد تشغيلها على المسارات المختلفة. و عليه يهدف هذا الــنموذج و المتمثل في تحديد المسار الأمثل للسفن إلى تحديد عدد الرحلات السنوية لكل نوع مــن أنـــواع الســفن المتاحة، و كذلك تحديد عدد أيام التوقف لكل سفينة، و الكفيلين بتحقيق أقصـــى ربـــح ممكـــن من تشغيل شركة الملاحة لسفنها. هذا ويتم الحصول على ربح رحلة السفينة بخصم التكاليف الكلية من الإيرادات الكلية المتوقعة للرحلة، و بضرب الناتج في عدد الرحلات نحصل على الربح السنوي من تشغيل السفينة على المسار المحدد.

يقتصر عنصر التكلفة في هذا النموذج على تلك التكاليف التشغيلية المؤثرة في عملية التخصـــيص و الجدولة من تكاليف يومية للإبحار و رسوم موانئ و تكلفة الوقود، مع استبعاد جمـــيع التكالـــيف الثابتة من الحسبان. هذا كما وستطرح تكاليف التوقف لكل نوع من أنواع الســـفن من إجمالي الأرباح، حيث يتم الحصول على هذه التكاليف الأخيرة من حاصل ضرب تكلفة اليوم الواحد لتوقف السفينة في عدد أيام التوقف. و بناء على ما تقدم تكون دالة الهدف كما يلي:

$$Max \quad \sum_{s=1}^{S} \sum_{r=1}^{R} (P_{sr} * V_{sr}) - \sum_{s=1}^{S} X_s L_s .... \quad (1)$$

حيث أن:

$$P_{sr} = E_{sr} - C_{sr}$$

القيود :

أ – قيود الزمن Time Constraints

تتمـــثل قـــيود الزمـــن في كون الزمن المستغرق للســـفن من النوع (s) للإبحار على المسارات المختلفة زائداً زمن توقف هذه السفن يجب أن يكون مساوياً لزمن السفينة المخطط له مضروباً في عدد السفن المتاحة من هذا النوع. و حيث أن ميزانية زمن السفينة المخطط لها هي سنة كاملة أي 365 يوم، فإن قيد الزمن في هذه الحالة يكون على النحو التالي:-

$$\sum_{s=1}^{S} d_{sr} V_{sr} + L_s = 365\ I_s \ldots\ldots(2)$$

ب – قيود تكرارية الخدمة Frequency of Service Constraints

نفـترض فـي هذا النموذج ثبات سرعة Speed السفن على المسار الواحد و ذلك في سـبيل الإبقـاء على ترددية و تكرارية ثابتة و مستقرة لخدمات السفن على كل مسار. و لما كـان العـدد الأدنى من الرحلات الممكنة سنوياً هو ناتج قسمة عدد أيام السنة على تكرارية الخدمة على مسار معين، أي:

$$Vo_r = 365 / U_r \ldots\ldots(3)$$

فإنه يمكن التعبير عن قيود الزمن في كون عدد رحلات السفن المتاحة على كل مسار لابد و أن تفـوق العدد الأدنى الممكن من الرحلات على كل مسار من المسارات لجميع أنواع السفن أو تساوية، بمعنى أن:

$$\sum_{r=1}^{R} V_{sr} \geq Vo_r \ldots\ldots(4)$$

د – قيود موسمية السفينة Ship seasonal Constraints

تتمـثل هـذه القـيود فـي أن عدد أيام التوقف السنوية لسفن كل نوع من أنواع السفن المتاحة تفوق أو على الأقل تساوي عدد أيام السنة مطروحاً منها عدد أيام تشغيل جميع السفن المتاحة من ذلك النوع، أي أن:

$$L_s \geq 365 - T_s * I_s \ldots\ldots(5)$$

ج – قيود اللاسالبية Non-negative Constraints

هو القيد القائل بأن جميع قيم V_{ir} ، L_{ir} غير سالبة، أي أن:

$$V_{sr} \geq 0 \ldots\ldots(6)$$
$$L_{sr} \geq 0 \ldots\ldots(7)$$

و يكـون المطلوب هنا تحديد ذلك العدد من الرحلات و أيام التوقف الذي يكفل تحقيق أكـبر قـدر ممكـن مـن الأربـاح الكلية المتحصلة من تشغيل السفن المتاحة. و فيما يلي

نستعرض بيانات النموذج كمثال لشركة ملاحية تمتلك خمسة أنواع من السفن يتم تشغيلها على خمسة مسارات مختلفة. و تتمثل البيانات بالجداول التالية:-

جدول رقم (5-12) بيانات المتاح من أنواع السفن ومواسمها الملاحية و تكاليف التوقف

أنواع السفن	عدد السفن	عدد أيام الموسم الملاحي	عدد الأيام المتوقعة للتوقف	تكلفة التوقف (دولار)
النوع الأول	3	335	30	10430
النوع الثاني	1	345	20	10200
النوع الثالث	5	350	15	9140
النوع الرابع	3	345	20	12680
النوع الخامس	2	350	15	11800

جدول رقم (5-13) بيانات المسارات و تكرارية الخدمة لكل مسار

المسارات	المسافة(ميل)	تكرارية الخدمة	العدد الأدنى من الرحلات السنوية
المسار الأول	5220	35	10.43
المسار الثاني	6814	14	26.07
المسار الثالث	9025	21	17.38
المسار الرابع	11670	30	12.17
المسار الخامس	18524	23	15.87

جدول رقم (5-14) بيانات زمن رحلة

كل نوع من أنواع السفن على المسارات المحددة

المسارات / أنواع السفن	المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث	المسار الرابع	المسار الخامس
النوع الأول	39.1	41.93	41.07	52.82	70.36
النوع الثاني	39.7	42.21	40.8	51.87	67.68
النوع الثالث	38.19	40.74	39.5	50.79	67.14
النوع الرابع	37.78	40.21	38.79	49.87	65.68
النوع الخامس	40.14	43.28	42.86	55.13	74.03

جدول رقم (5-15) بيانات تكاليف تشغيل

كل نوع من أنواع السفن على المسارات المختلفة بالألف دولار

المسارات / أنواع السفن	المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث	المسار الرابع	المسار الخامس
النوع الأول	462.7	536.96	568.02	751.5	1044.0
النوع الثاني	488.35	562.4	591.2	771.87	1058.08
النوع الثالث	432.8	497.9	516.3	684.58	937.21
النوع الرابع	417.85	478.4	490.54	651.25	884.0
النوع الخامس	490.0	571.39	613.7	810.4	1137.99

جدول رقم (5-16) بيانات إيرادات تشغيل

كل نوع من أنواع السفن على المسارات المختلفة بالألف دولار

المسارات / أنواع السفن	المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث	المسار الرابع	المسار الخامس
النوع الأول	792.0	813.44	1002.76	804.8	1137.6
النوع الثاني	933.6	975.08	1064.52	798.63	1248.16
النوع الثالث	982.64	1004.96	724.8	1206.42	1184.02
النوع الرابع	648.1	632.14	812.0	710.3	1099.72
النوع الخامس	572.31	1022.07	931.4	1127.3	1240.19

و بتطبيق البيانات السابقة على معادلات النموذج محل الدراسة يتكون لدينا نموذج المسارات المثلى للسفن على النحو التالي :-

$$MaxP(V)=329.3V11+276.48V12+434.74V13+53.3V14+93.6V15-10.43L1$$
$$+445.25V21+412.68V22+473.32V23+26.76V24+190.08V25-10.2L2$$
$$+549.84V31+507.06V32+208.5V33+521.84V34+246.81V35-9.14L3$$
$$+230.25V41+153.74V42+321.46V43+59.05V44+215.72V45-12.68L4$$
$$+82.31V51+450.68V52+317.7V53+316.9V54+102.2V55-11.8L5$$

أما قيود النموذج و الخاصة بميزانية زمن السفن فستكون كما يلي :-

$$39.1V11+41.93V12+41.07V13+52.82V14+70.36V15+L1=1095$$

$$39.7V21+42.21V22+40.8V23+51.87V24+67.68V25+L2=365$$

$$38.19V31+40.74V32+39.5V33+50.79V34+67.14V35+L3=1825$$

$$37.78V41+40.21V42+38.79V43+49.87V44+65.68V45+L4=1095$$

$$40.14V51 + 43.28V52 + 42.86V53 + 55.13V54 + 74.03V55 + L5 = 730$$

و قيود تكرارية الخدمة تكون:-

$$V11 + V21 + V31 + V41 + V51 > 10.43$$

$$V12 + V22 + V32 + V42 + V52 > 26.07$$

$$V13 + V23 + V33 + V43 + V53 > 17.38$$

$$V14 + V24 + V34 + V44 + V54 > 12.17$$

$$V15 + V25 + V35 + V45 + V55 > 15.87$$

و قيود موسمية السفن تكون :-

$$L1 > 90$$
$$L2 > 20$$
$$L3 > 75$$
$$L4 > 60$$
$$L5 > 30$$

أما قيود اللاسالبية فستكون :-

$$V_{11}, V_{12}, \ldots, V_{55} \geq 0$$

$$L_1, L_2, \ldots, L_5 \geq 0$$

و بحـل المثال التطبيقي للنموذج السابق على الحاسب الآلي باستخدام برنامج "ليندو" LINDO ، تم الحصول على الشكل رقم (5-3) محدداً عدد الرحلات الذي يحقق التخصيص الأمـثل للسفن المتاحة على كل مسار من المسارات، كما قدمت النتائج قيمة دالة الهدف و قيم متغيرات القرار، وهي على النحو التالي:-

(1) – قيمة دالة الهدف Objective Function Value = 44200.01

يشـير ذلـك إلى أن الحل الأمثل لمشكلة تحديد المسارات المثلى لسفن الشركة الملاحية محل الدراسة سيحقق أقصى ربح ممكن و مقداره 44,200,010 دولار.

(2) – قيم متغيرات القرار Decision variables Value المثلى لعدد رحلات كل نوع من السفن هي:-

$24 = V_{13}$

$8 = V_{22}$

$27 = V_{31}$

$2 = V_{32}$

$12 = V_{34}$

$15 = V_{45}$

$16 = V_{52}$

أما عن متغيرات القرار الخاصة بعدد أيام التوقف فهي:-

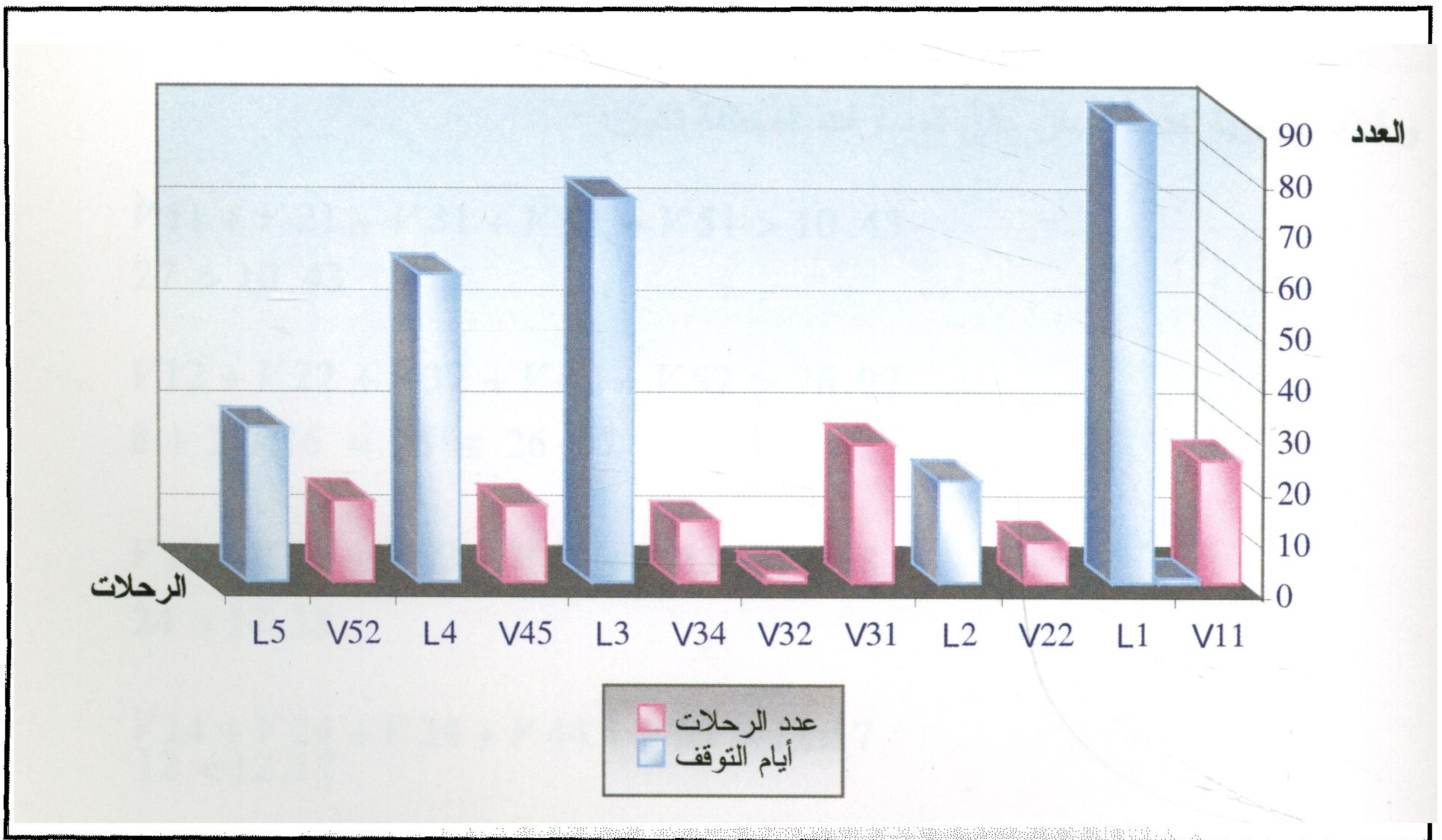
$90 = L_1$

$20 = L_2$

$75 = L_3$

$60 = L_4$

$30 = L_5$



<u>شكل رقم (5-3) عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج التخصيص الأمثل للسفن</u>

و بالــتعويض عــن القــيم السابقة في قيود النموذج كانت نتائج قيود الزمن على النحو التالي:-

$$39.1V11 + 41.93V12 + 41.07V13 + 52.82V14 + 70.36V15 + L1 = 1095$$

$$41.07(24) + 90 = 985.68 + 90 = 1075.68$$

$$39.7V21 + 42.21V22 + 40.8V23 + 51.87V24 + 67.68V25 + L2 = 365$$

$$42.21(8) + 20 = 337.68 + 20 = 357.68$$

$$38.19V31 + 40.74V32 + 39.5V33 + 50.79V34 + 67.14V35 + L3 = 1825$$

$$38.19(27) + 40.74(2) + 50.79(12) + 75 = 1722.09 + 75 = 1797.09$$

$$37.78V41 + 40.21V42 + 38.79V43 + 49.87V44 + 65.68V45 + L4 = 1095$$

$$65.68(15) + 60 = 985.2 + 60 = 1045.2$$

$$40.14V51 + 43.28V52 + 42.86V53 + 55.13V54 + 74.03V55 + L5 = 730$$

$$43.28(16) + 30 = 692.48 + 30 = 722.48$$

و قيود تكرارية خدمة السفن على المسارات المختلفة تكون:-

$$V11 + V21 + V31 + V41 + V51 > 10.43$$
$$27 > 10.43$$

$$V12 + V22 + V32 + V42 + V52 > 26.07$$
$$8 + 2 + 16 = 26 \cong 26.07$$

$$V13 + V23 + V33 + V43 + V53 > 17.38$$
$$24 > 17.38$$

$$V14 + V24 + V34 + V44 + V54 > 12.17$$
$$12 < 12.17$$

$$V15 + V25 + V35 + V45 + V55 > 15.87$$
$$15 < 15.87$$

و قيود موسمية السفن تكون :-

$$L1 = 90$$
$$L2 = 20$$
$$L3 = 75$$
$$L4 = 60$$
$$L5 = 30$$

و بناء على ما سبق، فإن بيانات الحل الأمثل يمكن توزيعها وفقاً للجدول التالي:-

جدول رقم (5-17) بيانات الحل الأمثل لنموذج تخصيص السفن على المسارات المختلفة

المسارات / أنواع السفن	عدد السفن	عدد رحلات كل مسار						عدد أيام التشغيل	أيام التوقف المخطط لها	أيام التوقف غير المخطط
		الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	المجموع			
الأول	3	–	–	24	–	–	24	985.68	90	19.32
الثاني	1	–	8	–	–	–	8	337.68	20	7.32
الثالث	5	27	2	–	12	–	41	1722.09	75	27.91
الرابع	3	–	–	–	–	15	15	985.2	60	49.8
الخامس	2	–	16	–	–	–	16	692.48	30	7.52
الإجمالي	14	27	26	24	12	15	104			
ربـــح كلـــي = 44,200,010 دولار										

و من واقع البيانات السابقة فإن التخصيص الأمثل للسفن على المسارات المختلفة سيكون وفقاً لخطة التشغيل التالية:-

<u>سفن النوع الأول:</u>

تخصص السفن من النوع الأول للعمل على المسار الثالث، لتنجز 24 رحلة تستغرق كل منها 41.07 يوم. و لما كانت الشركة تمتلك ثلاثة سفن من هذا النوع فإن كل سفينة سوف

تـنجز 8 رحـلات خلال 328.56 يوم، و تتوقف عن العمل 36.44 يوم، منها 30 يوم هي ضـمن أيام التوقف المخطط له. و عليه تبلغ إجمالي أيام التشغيل للسفن الثلاثة 985.68 يوم إضـافة إلـى 90 يوم توقف وفقاً لموسمية عمل السفينة، الأمر الذي يعني وجود 19.32 يوم توقف إضافية غير مخطط لها لا تعمل فيها السفينة.

سفن النوع الثاني:

يـتم تشغيل سفينة واحدة فقط هي التي تمتلكها الشركة من هذا النوع على المسار الثاني لتنجز 8 رحلات خلال 337.68 يوم، و تتوقف لمدة 27.32 يوم منها 20 يوم توقف مخطط له مسبقاً.

سفن النوع الثالث:

تخصـص السـفن من النوع الثالث للتشغيل على ثلاثة مسارات مختلفة، بحيث تنجز27 رحلـة على المسار الأول و ذلك خلال 1031.13 يوم. و على المسار الثاني، تقوم برحلتين خـلال 81.48 يـوم، أما على المسار الرابع فيلزمها 609.48 يوم لإحراز 12 رحلة، لتبلغ إجمالي رحلات هذا النوع من السفن41 رحلة تستغرق 1722.09 يوم.

و على ذلك، فإن الشركة بامتلاكها لخمس سفن من هذا النوع يمكنها أن تخصص ثلاثة سـفن للتشغيل على المسار الأول ، تقوم كل منها بتسع رحلات خلال 343.71 يوم و تتوقف 21.29 يـوم منها 15 يوم من التوقف المخطط. أما السفينتين الباقيتين فيخصصا للعمل بين المسـارين الثانـي و الـرابع، بحيث تقوم كل منهما برحلة واحدة على المسار الثاني خلال 40.74 يـوم. كمـا تقـوم كـل من هاتين السفينتين بست رحلات على المسار الرابع خلال 304.74 يوم، لتبلغ فترة تشغيل السفينة الواحدة 345.48 يوم بينما تتوقف 19.52 يوم.

سفن النوع الرابع:

يخصـص النوع الرابع و المكون من ثلاثة سفن للعمل على المسار الخامس، لتنجز 15 رحلـة خلال 985.2 يوم. و بذلك تقوم كل سفينة بخمس رحلات خلال 328.4 يوم، تتوقف لمدة 36.6 يوم منها 20 يوم توقف موسمي مخطط له.

سفن النوع الخامس:

يتكون هذا النوع من سفينتين تخصصا للعمل على المسار الثاني لتجزا 16 رحلة، أي 8 رحلات للسفينة الواحدة، تعمل فيها 346.24 يوم و تتوقف 18.76 منها 15 يوم مخطط لها.

و مما سبق نخلص إلى أن كل مسار يعد أمثلاً لنوع معين من السفن، فالمسارين الأول و الـــرابع يناســـبا النوع الثالث من السفن، حيث تنجز سفن هذا النوع سبعة و عشرين رحلة علـــى المسار الأول، و ست رحلات على الرابع. أما المسار الثالث فيناسب النوع الأول من الســـفن و الـــذي تنجز عليه الثلاثة سفن المكونة لهذا النوع أربعة و عشرين رحلة. هذا بينما يناســـب المســـار الخـــامس السفن من النوع الرابع، لتنجز عليه خمسة عشر رحلة. و نجد المســـار الثانـــي متميزاً في كونه مسار يناسب عدة أنواع من السفن و هي الثاني و الثالث و الخـــامس، فـــتقوم السفينة من النوع الثاني بثماني رحلات، و سفن النوع الثالث برحلتين، أما سفن النوع الخامس فتنجز على هذا المسار ستة عشر رحلة.

رابعاً – نموذج رياضي لتخطيط حركة سفن الأسطول العاملة على مسارات مختلفة

تعد مشكلة تخطيط حركة كل سفينة من سفن الأسطول البحري و جدولتها بين الموانئ و المسارات المختلفة، و تحديد عدد رحلات كل سفينة وفقاً للخطط المفترضة من المشكلات المهمة التي تواجه إدارة الحركة في شركات الملاحة التي تقوم بتشغيل سفنها بين العديد من الموانئ، و التي تسعى إلى وضع خطط مثلى لجدولة سفنها بين الموانئ المحددة و المسارات الممكنة. فكل خط ملاحي يحتوي على عدد من الموانئ التي يتم من خلالها شحن و تفريغ البضائع، الأمر الذي يستلزم وضع و صياغة النموذج الرياضي الملائم لتوضيح حركة السفن بين تلك الموانئ. فإذا كانت المشكلة التي تعني بها شركة الملاحة تتمثل في وجود عدة خطط ممكنة يتوجب اختيار الأمثل منها، فإن ذلك يستلزم صياغة هذه المشكلة صياغة رياضية تمكننا من إيجاد حل في صورة رقمية لها، تمنح متخذ القرار بإدارة الحركة القرار الأمثل و الواجب اتخاذه علمياً و بدقة.

و لعرض المشكلة محل الدراسة رياضياً نشير إلى متغيرات النموذج بالرموز التالية :-

$Q_1 , Q_2 ,\ldots,Q_n$: تعبر عن مختلف الشحنات المنقولة بين الموانئ المختلفة في الرحلة.

M_r: خطط الحركة Movement Plans المختلفة و التي سيتم اختيار المسارات المثلى من بينها، حيث أن $(r = 1,2,..,R)$.

V_{ir} : عدد الرحلات التي تقوم بها السفينة (i) وفقاً للخطة M_r.

Y_{hr} : إنتاجية السفينة و تمثل قيمة الشحنة المنقولة من نقاط الشحن (h) و التي ستنتقل وفقاً للخطة M_r خلال الرحلة الواحدة ، حيث أن $(h = 1,2,\ldots H)$،$(r = 1,2,\ldots , R)$.

d_{ir} : عدد أيام رحلة السفينة (i) وفقاً للخطة M_r حيث أن $(i = 1,2,\ldots,I)$ ، $(r = 1,2,\ldots,R)$.

T_i : ميزانية زمن تشغيل السفينة (i) خلال الفترة الزمنية المخططة لها.

f : سعر النولون Freight Rate.

E_{ir} : إجمالي إيرادات Total Revenues السفينة (i) من التشغيل وفقاً للخطة M_r عن الرحلة الواحدة ، حيث أن $(r = 1,2,\ldots,R)$.

دالة الهدف :

تتمـــثل مشـــكلة الـــنموذج محل الدراسة في تحديد خطط حركة السفن الكفيلة بتعظيم إجمالـــي الإيرادات الكلية المتحققة من تشغيل الشركة الملاحية لسفنها ، و عليه يهدف نموذج تخطـــيط حـــركة الســـفن إلى تحديد عدد رحلات كل سفينة من السفن المتاحة التي من شأنها تعظيم الإيرادات الكلية. يمكن الحصول الإيرادات الكلية من إجمالي حاصل ضرب إيرادات تشـــغيل كـــل سفينة من السفن المتاحة للشركة للرحلة الواحدة في عدد الرحلات المنجزة لكل سفينة. و عليه تكون دالة الهدف كما يلي:

$$Max \quad \sum_{i=1}^{I} \sum_{r=1}^{R} E_{ir} * V_{ir} \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

القيود :

أ – قيود البضاعة Cargo Constraints

تتمـــثل قـــيود البضـــاعة فـــي عدم تجاوز إيرادات البضاعة المنقولة على السفن بين الموانئ لإيرادات ذلك الحجم المخطط للشحنات ، أي أن:–

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{r=1}^{R} Q_{ir}(f) * V_{ir} \leq Q_{r}(f) \ldots \quad (2)$$

حيث أن : كمية شحنة السفينة × سعر النولون = إنتاجية السفينة

$$Q_{ir}(f) = Y_{ir}$$

ب – قيود زمن التشغيل Operation Time Constraints

تتمـــثل هـــذه القيود في عدم تجاوز عدد أيام رحلة السفينة وفقاً للخطة P_r مضروباً في عـــدد الرحلات لميزانية الزمن المخطط لتشغيل كل سفينة من السفن المتاحة، حيث نستخدم في نموذجنا هذا مدى زمني للجدولة Scheduling Horizon يتراوح ما بين 100–180 يوم.

و بذلك يكون القيد الزمني كالتالي:

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{r=1}^{R} d_{ir} * V_{ir} \leq t_{i} \ldots\ldots \quad (3)$$

ج – قيود اللاسالبية Non-negative Constraints

هـو القـيد القـائل بـأن جميع قيم V_{ir} غير سالبة، فهي موجبة أو على الأقل تساوي الصفر، أي أن :

$$V_{ir} \geq 0 \text{..................} (4)$$

و يكـون المطلوب هنا تحديد ذلك العدد من الرحلات الذي يكفل تحقيق أكبر قدر ممكن مـن الإيرادات الكلية المتحصلة من تشغيل السفن المتاحة. و فيما يلي نستعرض الكيفية التي سـيتم بهـا توزيع بيانات النموذج كمثال لشركة ملاحية تمتلك ثلاثة سفن يتم تشغيلها لخدمة خمـس موانـئ رئيسية و التي ترغب في تخطيط حركة تشغيل تلك السفن، أي تحديد الخطة المـثلى و جدولـة حـركة سـفنها المـتاحة على المسارات المختلفة. و تتمثل هذه البيانات بالجداول التالية :-

جدول رقم (5–18) بيانات حمولات السفن و ميزانية زمن التشغيل

رقم السفينة (I)	الحمولة الصافية بالطن	ميزانية زمن التشغيل
1	12800	180
2	23900	120
3	20300	100

جدول رقم (5-19) بيانات نقاط الشحن و موانئ الإقلاع و الوصول

نقاط الشحن	موانئ الإقلاع و الوصول	كمية الشحنة
AB	A -------------- B	14600
AC	A -------------- C	16400
AD	A -------------- D	12300
AE	A -------------- E	7000
BA	B -------------- A	15000
CA	C -------------- A	10000
DA	D -------------- A	8700
EA	E -------------- A	12100

جدول رقم (5-20) بيانات الخطط الممكنة لحركة السفن

السفينة	A-B-B-A	A-C-C-A	A-D-D-A	A-E-E-A	A-B-C-A	A-B-D-A	A-B-E-A	A-C-D-A	A-C-E-A
1		M_1		M_2			M_3		M_4
2	M_5	M_6		M_7	M_8	M_9			
3	M_{10}		M_{11}	M_{12}	M_{13}			M_{14}	

جدول رقم (5-21) بيانات كميات الشحنات المنقولة

بالسفن وفقاً لخطط الحركة M_r للرحلة الواحدة

كميات الشحنات Q_{hr} حسب خطة الحركة M_r بالألف طن

نقاط الشحن	AB	AC	AD	AE	BA	CA	DA	EA
M_1		Q_{1AC} = 2.8				Q_{1CA} = 1.3		
M_2				Q_{2AE} = 1.9				Q_{2EA} = 0.8
M_3	Q_{3AB} = 2.6							Q_{3AE} = 2.4
M_4		Q_{4AC} = 2.8						Q_{4EA} = 1.5
M_5	Q_{5AB} = 1.5				Q_{5BA} = 7.2			
M_6		Q_{6AC} = 3.5				Q_{6CA} = 5.2		
M_7				Q_{7AE} = 3.5				Q_{7EA} = 1.6
M_8	Q_{8AB} = 1.8					Q_{8CA} = 3.0		
M_9	Q_{9AB} = 1.2						Q_{9DA} = 4.0	
M_{10}	Q_{10AB} = 2.3				Q_{10BA} = 6.8			
M_{11}			Q_{11AD} = 12.3				Q_{11DA} = 2.4	
M_{12}				Q_{12AE} = 1.8				Q_{12EA} = 1.8
M_{13}	Q_{13AB} = 3.6					Q_{13CA} = 0.6		
M_{14}		Q_{14AC} = 3.9					Q_{14DA} = 1.7	

جدول رقم (5-22) بيانات عدد أيام الرحلة الكاملة (d_{ir}) للسفينة وفقاً لخطة الحركة M_r

السفينة الثالثة					السفينة الثانية					السفينة الأولى			
d_{14}	d_{13}	d_{12}	d_{11}	d_{10}	d_9	d_8	d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	D_2	d_1
50	42	26	20	15	46	44	26	22	15	36	40	26	20

جدول رقم (5-23) بيانات إجمالي الإيرادات (E_{ir}) المتحصلة من تشغيل السفينة عن الرحلة الواحدة بالألف دولار وفقاً لخطط الحركة M_r (بافتراض ثبات سعر النولون عند 30 دولار)

السفينة الثالثة					السفينة الثانية					السفينة الأولى			
E_{14}	E_{13}	E_{12}	E_{11}	E_{10}	E_9	E_8	E_7	E_6	E_5	E_4	E_3	E_2	E_1
168	126	108	441	273	156	144	168	261	261	129	150	81	123

و بتطبيق البيانات السابقة على معادلات النموذج ، يتكون لدينا نموذج خطط حركة السفن المتاحة لدى الشركة الملاحية المعنية على النحو التالي :-

$$Max.E(V) = 123V_1 + 81V_2 + 150V_3 + 129V_4 + 261V_5 + 261V_6$$
$$+ 168V_7 + 144V_8 + 156V_9 + 273V_{10} + 441V_{11} + 108V_{12} + 126V_{13} + 168V_{14}$$

علماً بأن قيود البضاعة :-

$$78V_3 + 45V_5 + 54V_8 + 36V_9 + 69V_{10} + 108V_{13} \leq 438$$

$$84V_1 + 84V_4 + 105V_6 + 117V_{14} \leq 492$$

$$369V_{11} \leq 369$$

$$57V_2 + 105V_7 + 54V_{12} \leq 210$$

$$216V_5 + 204V_{10} \leq 450$$

$$39V_1 + 156V_6 + 90V_8 + 18V_{13} \leq 300$$

$$120V_9 + 72V_{11} + 51V_{14} \leq 261$$

$$24V_2 + 72V_3 + 45V_4 + 48V_7 + 54V_{12} \leq 363$$

و قيود أيام التشغيل :-

$$20V_1 + 26V_2 + 40V_3 + 36V_4 \leq 180$$

$$15V_5 + 22V_6 + 26V_7 + 44V_8 + 46V_9 \leq 120$$

$$15V_{10} + 20V_{11} + 26V_{12} + 42V_{13} + 50V_{14} \leq 100$$

أما قيد اللاسالبية فيكون :-

$$V_1, V_2, \ldots, V_{14} \leq 0$$

و بحـل المثال التطبيقي للنموذج السابق على الحاسب الآلي باستخدام برنامج "ليندو" LINDO -كمـا فـي النموذجين السابقين- كانت النتائج لعدد رحلات الخطة المثلى لتشغيل السـفن كمـا يظهرها الشكل رقم (5-4)، أما دالة الهدف و متغيرات القرار فقد سجلت القيم التالية:-

(1) - قيمة دالة الهدف Objective Function Value = 2808.056
يشـير ذلـك إلى أن الحل الأمثل لمشكلة تخطيط حركة سفن الشركة الملاحية محل الدراسة سيحقق إجمالي إيرادات قصوى مقدارها 2,808,056 دولار.

(2) - قيم متغيرات القرار Decision variables Value المثلى هي:-

$3 = V_1$

$3 = V_3$

$1 = V_6$

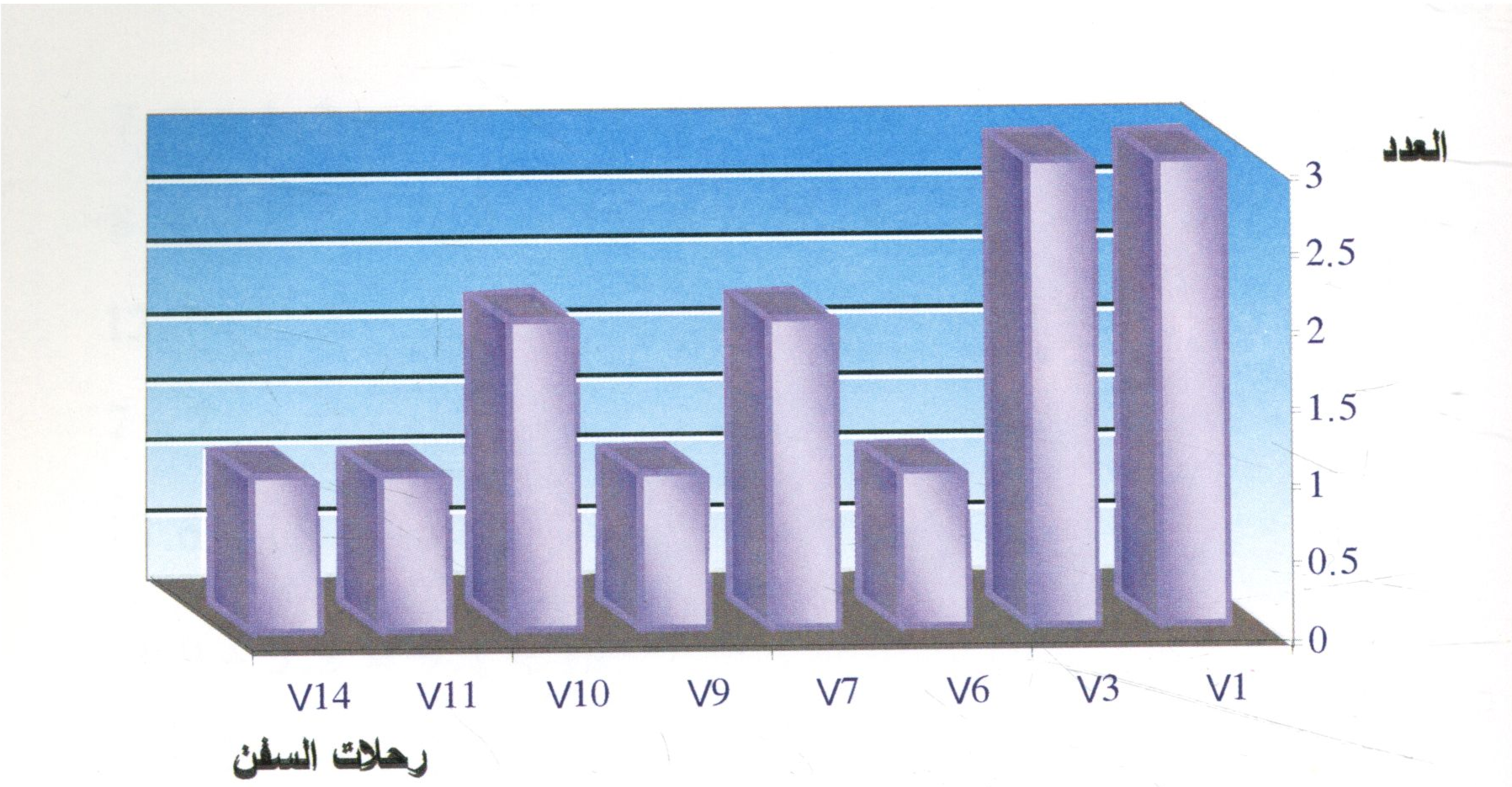
$2 = V_7$

$1 = V_9$

$2 = V_{10}$

$1 = V_{11}$

$1 = V_{14}$



شكل رقم (5-4) عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج تخطيط حركة السفن

و لبرهنة قيود النموذج الخاصة بالبضاعة نعيد كتابتها مرة أخرى مقسومة على سعر النولون (30 دولار) لتكون على النحو التالي :

$$2.6V_3 + 1.5V_5 + 1.8V_8 + 1.2V_9 + 2.3V_{10} + 3.6V_{13} \leq 14.6$$

$$2.8V_1 + 2.8V_4 + 3.5V_6 + 3.9V_{14} \leq 16.4$$

$$12.3V_{11} \leq 12.3$$

$$1.9V_2 + 3.5V_7 + 1.8V_{12} \leq 7$$

$$7.2V_5 + 6.8V_{10} \leq 15$$

$$1.3V_1 + 5.2V_6 + 3.0V_8 + 0.6V_{13} \leq 10$$

$$4.0V_9 + 2.4V_{11} + 1.7V_{14} \leq 8.7$$

$$0.8V_2 + 2.4V_3 + 1.5V_4 + 1.6V_7 + 1.8V_{12} \leq 12.1$$

و بالتعويض عن قيم الحل الأمثل في القيود السابقة :

$$7.8 + 1.2 + 4.6 = 13.6 < 14.6$$

$$8.4 + 3.5 + 3.9 = 15.8 < 16.4$$

$$12.3 = 12.3$$

$$7 = 7$$

$$13.6 < 15$$

$$3.9 + 5.2 = 9.1 < 10$$

$$4 + 2.4 + 1.7 = 8.1 < 8.7$$

$$7.2 + 3.2 = 10.4 < 12.1$$

و كمـــا يتضح من التعويض في القيود السابقة أن مجموع حمولات البضاعة = 90 ألف طن يـــتم نقلهـــا وفقاً لتوزيع الجدول اللاحق (5-23). أما عن زمن تشغيل كل سفينة من السفن الثلاثة فيتم الحصول عليه بالتعويض في قيود أيام التشغيل كما يلي:-

(1) - السفينة الأولى:

$$20V_1 + 26V_2 + 40V_3 + 36V_4 \leq 180$$

$$60 + 120 = 180$$

(2) - السفينة الثانية:

$$15V_5 + 22V_6 + 26V_7 + 44V_8 + 46V_9 \leq 120$$

$$22 + 52 + 46 = 120$$

(3) - السفينة الثالثة:

$$15V_{10} + 20V_{11} + 26V_{12} + 42V_{13} + 50V_{14} \leq 100$$

$$30 + 20 + 50 = 100$$

جدول رقم (5-24) توزيع الشحنات المنقولة وفقاً لخطط الحركة المختلفة

المسار	المطلوب نقله	السفينة	الخطة	عدد الرحلات	الشحنة	الحمولة المنقولة
AB	14600	الأولى	M3	3	2600	7800
		الثانية	M9	1	1200	1200
		الثالثة	M10	2	2300	4600
						13600
AC	16400	الأولى	M1	3	2800	8400
		الثانية	M6	1	3500	3500
		الثالثة	M14	1	3900	3900
						15800
AD	12300	الثالثة	M11	1	12300	12300
						12300
AE	7000	الثانية	M7	2	3500	7000
						7000
BA	15000	الثالثة	M10	2	6800	13600
						13600
CA	10000	الأولى	M1	3	1300	3900
		الثانية	M6	1	5200	5200
						9100
DA	8700	الثانية	M9	1	4000	4000
		الثالثة	M11	1	2400	2400
		الثالثة	M14	1	1700	1700
						8100
EA	12100	الأولى	M3	3	2400	7200
		الثانية	M7	2	1600	3200
						10400
إجمالي الحمولات	**96100**					**89900**

و يتضح من التعويض في قيود الزمن السابقة، بأن السفن الثلاثة قد عملت خلال الفترة التقويمية المخطط لها مشغلة بالكامل دون توقف. و بناء على ما تقدم يمكننا وضع خطط الحركة المثلى لتشغيل السفن الثلاثة على النحو التالي :-

<u>السفينة الأولى:</u>

تشغل هذه السفينة لفترة 180 يوم ، تقوم فيها بستة رحلات ناقلة حمولة تبلغ في مجملها 27.3 ألف طن ، محققة إيرادات كلية مقدارها 819 ألف دولار ، على أن تكون الخطط المثلى للحركة هذه السفينة كالتالي :-

(1)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M1 (ACCA) بثلاث رحلات ، حيث تشحن 2800 طن في الميناء A متجهة إلى C لتفرغ حمولتها و تشحن 1300 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها الواحدة 20 يوم.

(2)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M3 (ABEA) بثلاث رحلات ، حيث تشحن 2600 طن في الميناء A متجهة إلى B لتفرغ حمولتها و تبحر فارغة متجهة إلى الميناء E. من E تشحن 2400 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها الواحدة 40 يوم.

<u>السفينة الثانية:</u>

تشغل هذه السفينة لفترة 120 يوم ، تقوم فيها بثماني رحلات ناقلة حمولة تبلغ في مجملها 24.1 ألف طن ، محققة إيرادات كلية مقدارها 723 ألف دولار ، على أن تكون الخطط المثلى للحركة هذه السفينة كالتالي :-

(1)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M6 (ACCA) برحلة واحدة تشحن فيها 3500 طن في الميناء A متجهة إلى C لتفرغ حمولتها و تشحن 5200 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها هذه 22 يوم.

(2)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M7 (AEEA) برحلتين ، حيث تشحن 3500 طن في الميناء A متجهة إلى E لتفرغ حمولتها و تشحن 1600 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها الواحدة 26 يوم.

(3)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M9 (ABDA) برحلة واحدة تشحن خلالها 1200 طن في الميناء A متجهة إلى B لتفرغ حمولتها و تتجه فارغة إلى D لتشحن 4000 طن سائرة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها هذه 46 يوم.

السفينة الثالثة:

تشغل هذه السفينة لفترة 100 يوم ، تقوم فيها بسبع رحلات ناقلة حمولة تبلغ في مجملها 36.8 ألف طن ، محققة إيرادات كلية مقدارها 1104 ألف دولار ، على أن تكون الخطط المثلى للحركة هذه السفينة كالتالي :-

(1)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M10 (ABBA) برحلتين تشحن في الرحلة 2300 طن في الميناء A متجهة إلى B لتفرغ حمولتها و تشحن 6800 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في هذه الرحلة 15 يوم.

(2)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M11 (ADDA) برحلة واحدة ، حيث تشحن 12300 طن في الميناء A متجهة إلى الميناء D ، لتفرغ حمولتها و تشحن منه 2400 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها هذه 20 يوم.

(3)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M14 (ACDA) برحلة واحدة تشحن خلالها 3900 طن في الميناء A متجهة إلى C لتفرغ حمولتها ، ثم تتجه فارغة إلى D فتشحن 1700 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في هذه الرحلة 50 يوم.

و مما سبق يتضح ارتفاع إنتاجية السفينة الثالثة من حيث تحقيقها لقدر أكبر من الإيرادات الكلية و المتحصلة من نقلها لحمولة أكبر نسبة إلى السفينتين الأولى و الثانية خلال الفترة التقويمية الخاصة بها. أما بالنسبة لخطط الحركة الممثلة للحل الأمثل فإن الخطة M10 تحقق أكبر قدر من الإيرادات الكلية، لتبلغ 546 ألف دولار من شحن السفينة الثالثة لما مقداره 18.2 ألف طن من الحمولة وفقاً لهذا الخطة، تليها خطة الحركة M3 و التي تحقق للسفينة الأولى إيرادات تبلغ 450 ألف دولار من شحن 15 ألف طن من البضاعة. و تحقق الخطة M11 للسفينة الثالثة إجمالي إيرادات تبلغ 441 دولار عن نقل 47.7 ألف طن. هذا و يلاحظ أن الخطط التي استبعدها الحل الأمثل للنموذج هي تلك التي تحقق إيرادات أقل نسبياً من سواها، ليكون عدد رحلات كل خطة من الخطط الممكنة، كما أوردها حل النموذج هو ذلك العدد من الرحلات الكفيل بتحقيق دالة الهدف الخاصة بالشركة الملاحية، و المتمثلة في وضع الخطة المثلى لحركة السفن بما يكفل تحقيق أكبر إيراد كلي ممكن.

حواشي الفصل الخامس

(1) - **Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.:** Part (1), Op. cit., 128.

(2) - **هدي،محمد سليمان :** اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 61-77.

(3) - **Alderton,Patrich M.:** Sea Transport "operations and economics", Thomas Reed, 1984, 155.

(4) - **الشريف،حسن علي :** شحن و تفريغ السفن (الأصول و القواعد الفنية)، منشأة المعارف، الإسكندرية، د.ت.، 63.

(5) - **Stopford,Martin:** Op. cit., 82.

(6) - **Evans,J.J. and Marlow,P.B.:** Op. cit., 116.

(7) - **Garrod,Peter and Milklius,Walter:** Op.cit.,217

(8) - كدراسة كل من: جانسون و شنيرسون Jansson & Shneerson، جارود و ميلكليوس Garrod & Milklius، جوس و جونز Goss & Jones و غيرها من الدراسات التي ورد ذكرها في الفصل الأول.

(9) - حيث أن إيرادات السفينة = الشحنة المنقولة × سعر نولون النقل.

(10) - حيث أن : الربح أو الخسارة = إجمالي الإيرادات - إجمالي التكاليف.

(11) - **Lim,Seok-Min:** Op. Cit.,149.

(12) - **Perakis,A.N. and Jaramillio,D.I.:** part 1, Op. Cit.,186.

الفصل السادس

فصــل ختامــي

الفصل السادس

"فصـــــل ختامـــــي"

أولاً - ملخص البحث

ينقســم هــذا البحــث متضمناً ستة فصول إلى قسمين رئيسيين، أولهما نظري تحليلي يتــناول الأمثلــية و مفهومها، و يستعرض واقع الأسطول البحري التجاري السعودي و يحلل مشــكلاته. أمــا القســم الثانــي فتطبيقي يتعلق بالنماذج الرياضية و تطبيقاتها على شركات الملاحــة السعودية، عارضاً معايير و مؤشرات للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول الوطني. تبدأ الدراســة بفصــل تمهــيدي يتــناول الــتعريف بمشكلة البحث و أهدافه، و أهم التعاريف و المصطلحات ذات العلاقة بالبحث. هذا و يستعرض الفصل أدبيات البحث، ليتناول العديد من الــنماذج الاقتصــادية الرياضية التي يمكن الاستدلال بها في تحقيق أمثلية التشغيل الملاحي، فضــلاً عن تناول الأدبيات لأهم الدراسات السابقة في مجال اقتصاديات النقل البحري. يختتم الفصــل بــإدراج منهج الدراسة و الخطوات المتبعة في إعداد النماذج الاقتصادية الرياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي.

يشــرح الفصل الثاني مفهوم الاقتصاد المثالي و الذي يبحث عن كل ما هو مثالي في علاقات الظواهر المختلفة محققاً الأهداف الاجتماعية إلى جانب الأهداف الاقتصادية للمجتمع، و الخلــوص منه إلى أن أسلوب البرمجة الخطية يعد أحد الأساليب الأوسع انتشاراً و الأكثر ملائمــة للوصول إلى الأوضاع المثلى، أي الحلول المثلى للمشكلات الإدارية و الاقتصادية و المتضــمنة تخطيطاً للأنشطة في ظل محدودية الموارد. كما و يستعرض الفصل الثاني أهم معايــير الأمثلية التي يلجأ إليها متخذو القرار بشركات الملاحة البحرية في سبيل تحقيق أمثلية تشــغيل سفن الأسطول. قد تتمثل معايير الأمثلية في معيار تشغيل السفن بأقصى قدر متحقق مــن الأرباح، أو تحقيق أقل تكلفة تشغيل ممكنة، ليدل على مدى كفاءة تشغيل الشركة لسفنها، و يعكس بوضوح المركز المالي والقدرة التنافسية للشركة.

هذا و قد تعكس معايير التشغيل لسفن الأسطول طموحات و دوافع تتعدى الطموحات و الأهــداف الذاتــية للشركة إلى طموحات وطنية و قومية، فنجدها تتمثل في تشغيل السفن بما يكفــل نقــل أكبر حمولة ممكنة كمعيار يدل على كفاءة الأسطول و مدى مساهمته في خدمة

الـــتجارة الخارجـــية للدولة. كما قد تتمثل هذه الدوافع في مساهمة أكبر للأسطول في زيادة الدخـــل القومـــي، فيـــتخذ عندها معيار تحقيق أكبر قيمة مضافة كمعيار للتشغيل الأمثل. و للدلالـــة علـــى كفاءة أداء السفن و إنتاجيتها، و القدرة على تنفيذ العمليات الملاحية في أقصر وقـــت ممكـــن، فإنـــه يتم استخدام معيار أقل زمن لمكوث السفينة في الميناء كمعيار للتشغيل الأمثل.

يركز الفصل الثالث من هذه الدراسة على واقع الأسطول البحري السعودي، فيبدأ ببيان أهمـــية النقل البحري في الاقتصاد السعودي كمحرك رئيسي في عمليات التنمية الاقتصادية و الشـــاملة، و ارتـــباطه الوثيق بالتجارة الخارجية التي تشكل بدورها الجزء الأكبر من الدخل القومـــي للدولـــة. كمـــا وأن تعزيز الأسطول الوطني و زيادة الاستثمارات في قطاع النقل البحري، يعمل على الوفر في حصيلة الدولة من العملات الأجنبية، و يحسن من وضع ميزان مدفوعاتهـــا. هـــذا و أن الاهـــتمام بالنقل البحري ليس بالأمر الذي تبرره الآثار الاقتصادية المـــتولدة عن تطويره فحسب، إنما هو هدف من الأهداف القومية، و مطلب لتحقيق الاستقلال السياسي و الاقتصادي للدولة. ومن خلال هذا الجزء من الفصل الثالث تبرز أهمية امتلاك الدولـــة ممـــثلة فـــي شـــركات الملاحة الوطنية لأسطول بحري مؤهل و كفء يخدم التجارة الخارجـــية بفعالـــية، و يحقـــق المـــزايا الاقتصادية و القومية الناجمة عن تطوير هذا القطاع الحـــيوي. و يتناول هذا الفصل بالتحليل هيكل الأسطول البحري السعودي من حيث حجم و حمولـــة الســـفن و نوعياتها، إضافة إلى وضع الشركات الملاحية الوطنية و التي رغم قيامها بـــدور ملحوظ في نقل صادرات المملكة و وارداتها، و تطورها في مدى زمني قصير نسبياً، إلا أنهـــا تعانـــي من انخفاض نسبة مساهمتها في نقل تلك التجارة، و عدم قدرتها على إيجاد موقع متميز لها في السوق الملاحي.

قامـــت الدراســـة في هذا الفصل بالوقوف على أهم المشكلات و المعوقات التي تواجه الشركات الملاحية الوطنية. فقطاع النقل البحري اليوم يخوض تحولاً جذرياً نحو عالم جديد يقـــوم فـــي المقام الأول على التكنولوجيا الحديثة، و الذي حققت من خلاله الشركات الملاحية الكبرى نجاحاً ملموساً مع تطبيقها لتلك التكنولوجيا و مسايرتها لكل ما هو جديد، مما زاد من ســـيطرتها الاحتكارية على السوق الملاحي. كان ذلك النجاح عبء تحملته شركاتنا الوطنية، لتتضـــاءل مساهمتها في خدمة تجارة بلادها الخارجية أمام سيطرة الشركات الأجنبية، و ذلك فـــي ظـــل غياب التحديث المستمر و عدم كفاءة الهياكل الأساسية لقيام أسطول بحري قوي و قـــادر علـــى المنافســـة. و بذلك فقد كانت شدة منافسة الشركات الملاحية الكبرى للشركات الوطنية من أهم المشكلات التي تعاني منها هذه الأخيرة، خاصة مع انخفاض إمكانياتها سواء

الفنـــية أو الإداريـــة أو التكنولوجية. كما كان لغياب مصادر التمويل اللازمة لهذه الصناعة ذات الكـــثافة الرأسمالية و انخفاض الدعم الحكومي المقدم دورهما في إضافة أعباء أكبر على عاتق الشركات الوطنية.

يختص الفصل الرابع من البحث بالتركيز على النماذج الاقتصادية الرياضية من حيث دور الأســـلوب الرياضــــي في تطوير البحوث الاقتصادية، و تطور هذا الأسلوب بشكل كبير ليصبح سمة تميز معظم الدراسات الحديثة، لما يحققه استخدام المنطق الرياضي من مزايا في التحليل الاقتصادي تفوق تلك التي يمكن تحقيقها باستخدام المنطق اللفظي فقط. لقد شهد القرن العشـــرين تطورات هائلة في أساليب البرمجة الرياضية و التي كان لظهور الحاسبات الآلية و لانتشـــار استخدامها دور كبير في تطورها، فكانت البرمجة الخطية من أكثر التقدمات العلمية فـــي هـــذا المجـــال تطوراً، و انتشر استخدامها في العديد من المجالات. و كان قطاع النقل الـــبحري مجـــالاً خصباً لاستيعاب تطبيقات البرمجة الرياضية و استخدامات الحاسب الآلي، فســـارعت شـــركات الملاحـــة الكـــبرى لتطبيق هذه البرامج في سبيل تحقيق التشغيل الأمثل لســـفنها، هـــذا فـــي حين لازالت شركاتنا الوطنية تتبع أساليبها التقليدية و القائمة على تحكيم العـــرف و الخـــبرة الإدارية لتشغيل أساطيلها البحرية. و بدون شك فإن الشركات الملاحية التـــي ترغـــب الـــيوم في البقاء و الاستمرار على الساحة الملاحية هي تلك الأكثر قدرة على معايشة التطور المستمر، و استخدام الأساليب الحديثة في الإدارة و التشغيل.

تتـــبلور المشكلة الأساسية لهذا البحث في الفصل الخامس الذي يتناول تطبيقات النماذج الاقتصـــادية الرياضـــية على سفن أسطول النقل البحري السعودي. يبدأ الفصل باستعراض مؤشـــرات التشـــغيل الأمـــثل لسفن الشركات الملاحية، و التي يمكن من خلالها تقييم إنتاجية الأســـطول وكفـــاءة أدائـــه و رشـــد استخدام إمكانياته المتاحة. تنقسم مؤشرات التشغيل إلى مؤشـــرات طبيعية و مؤشرات مالية، بحيث تحدد المؤشرات الطبيعية حجم نشاط الأسطول و حمولته و زمن تشغيله، و درجة استخدام هذا الأسطول. و عليه تكون المؤشرات الطبيعية إما كمـــية أو نوعية. هذا و تتمثل المؤشرات المالية في تلك المؤشرات التي تدل على مدى قدرة الشـــركات الملاحية على التحكم في وضعها المالي من إيرادات و تكاليف. و تطرح الدراسة أمـــثلة تطبيقـــية لكل مؤشر من المؤشرات السابقة لحالات سفن مختلفة تقوم بتشغيلها شركات وطنية.

إن الظاهـــرة التـــي يعالجهـــا البحـــث إنمـــا تتمثل في وجود العديد من الصعوبات و المشـــكلات التي تواجه شركات الملاحة السعودية و تحد من قدرتها على إثبات وجودها على

ساحة السوق الملاحي العالمي. و يعني هذا الأمر ضرورة العمل على رفع الكفاءة التشغيلية و الإداريـــة لهذه الشركات، و استغلال طاقاتها المتاحة و تخصيصها تخصيصاً أمثلاً، لتحقيق العــائد و المـــردود الاقتصـــادي المطلوب للاستمرار في نشاطها الملاحي. و لتحقيق العائد الاقتصـــادي المطلـــوب يكون من الضروري أن تسعى الشركات الملاحية إلى مسايرة الثورة العلمـــية و التكنولوجيا السائدة، باتباعها للطرق و الأساليب العلمية الحديثة و استخدام النماذج الرياضية التي تساعد متخذ القرار بالشركة الملاحية في العمل على تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول الخاص بها.

و على ذلك فقد احتوى الفصل الخامس على ثلاثة نماذج رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الشـــركات الملاحية، بحيث يختص كل نموذج بجانب من جوانب المشكلات التشغيلية التي قد تواجـــه أي شركة ملاحية تمتلك عدد من السفن، و ترغب في تشغيلها تشغيلاً أمثلاً تحقق من خلاله أهدافها الاساسية. وقد اعتمدت الدراسة في حل نماذجها الرياضية على تطبيق حالات لشـــركات ملاحـــية سعودية معتمدة أسلوب البرمجة الخطية، و حلها ببرنامج للحاسب الآلي. وضعت الدراسة النموذج الأول بحيث يركز على تحديد الحجم الأمثل من السفن لكل خط من الخطـــوط الملاحية، بحيث يناسب النموذج حالة شركة ملاحية تقوم بتشغيل سفناً ذات أحجام مختلفة من نوع واحد على عدد من الخطوط الملاحية، و ترغب في تحديد الحجم الأمثل لكل خـــط ملاحـــي و الـــذي يكفل تحقيق أدنى تكلفة ممكنة لنقل الطن الواحد من الحمولة. يعنى الـــنموذج الثاني بالتخصيص الأمثل للسفن ذات النوعيات المختلفة على عدة مسارات، بحيث يـــتم مـــن خلاله اختيار المسار الأمثل لكل نوع من أنواع السفن المتاحة محققاً بذلك للشركة أقصـــى ربـــح ممكن. و أخيراً يتمثل النموذج الثالث في تخطيط حركة سفن الشركة العاملة علـــى مسارات مختلفة، و تحديد خطة حركة كل سفينة من السفن على المسارات المتاحة ما بين موانئ شحن و تفريغ، و التي تدر على الشركة بأكبر قدر ممكن من الإيرادات.

و تختـــتم الدراسة بالفصل السادس محتوياً على الملخص و أهم النتائج التي تم التوصل إلـــيها، و مـــن ثم الخروج منها بالتوصيات و السياسات الملائمة و الواجب إتباعها في سبيل تطوير الأسطول الوطني، و تحقيق التشغيل الأمثل لسفنه.

ثانياً – نتائج البحث

من استعراض ما احتوى عليه هذا البحث من موضوعات، تم التوصل إلى النتائج التالية:–

(1) – إن التخصيص الأمثل للموارد المتاحة وذات الاستخدامات البديلة و المتنافسة، و إعادة التخصيص استجابة لتغير الظروف و المستجدات من الأمور الواجب تحقيقها للوصول إلى الكفاءة الاقتصادية، و بالتالي الحصول على أكبر منفعة أو عائد اقتصادي ممكن. و أنه متى تم تخصيص الموارد تخصيصاً أمثلاً، فإن المجتمع عندها يبلغ أقصى حد من الرفاهية و يحقق التوازن العام.

(2) – إن تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول البحري يمكن أن يقوم على عدد من المعايير، لكل معيار منها أهدافه و دوافعه. يلعب الربح دوراً مهماً كهدف أساسي لأي نشاط اقتصادي أو إنتاجي، و هو معيار لأمثلية تشغيل الشركة الملاحية يعكس المركز المالي و كفاءة تشغيل الشركة لسفنها. كما تعتبر التكاليف من أهم العناصر المؤثرة على استمرارية الشركة و قدرتها التنافسية، وعليه يكون تشغيل السفن بأقل تكلفة تشغيل ممكنة دليلاً واضحاً على التشغيل الأمثل لسفن الأسطول.

(3) – عندما يكون معيار الأمثلية متمثلاً في نقل أكبر حمولة، و رفع مساهمة الأسطول في خدمة التجارة الخارجية للدولة، و بالتالي تقليل الاعتماد على خدمات النقل الأجنبي، فإن أهداف الشركة عندها تتركز على دعمها للأسطول الوطني ككل، و تغليب المصلحة القومية على مصالحها الذاتية. كذلك الحال عندما تسعى الشركة و هي بصدد تحقيق أمثلية تشغيل سفنها إلى محاولة الوصول إلى أقصى قيمة مضافة تسهم بها في زيادة الدخل القومي. و قد يتمثل معيار الأمثلية في تحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية، بحيث يؤدي التشغيل الأمثل لسفن الأسطول إلى الوفر في العملات الأجنبية بحيث يتم من خلالها تعزيز وضع ميزان المدفوعات.

(4) – إن اتخاذ معيار أقل زمن لمكوث السفينة بالميناء يكفل للشركة الملاحية تحقيق عملياتها الملاحية في أقصر فترة زمنية ممكنة و يحقق كفاءة تشغيلها للسفن.

(5) - وضـــوح أهمية النقل البحري للاقتصاد الوطني، و إسهامه في نمو النشاط الاقتصادي للدولة. و أن نجاح خطط التنمية مرهون بمدى تطوير قطاع النقل البحري كمحرك أساسي للــتجارة الخارجية. فكل تطوير و تحديث يرقى بمستوى الصناعة البحرية يتبعه تطور أكبر فـــي النشاط الاقتصادي برمته وفقاً لمضاعف الإنفاق الاستثماري في هذه الصناعة. هذا و تتضـــح أهمـــية قطاع النقل البحري و دوره المهم في برنامج التنمية الشاملة للبلاد من عدة جوانب، تناولت الدراسة أهمها متمثلة فيما يلي:-

أ - إن عـــائدات النقل البحري لها مساهمتها المباشرة و الغير مباشرة في نمو وتنويع مصادر الدخل القومي.

ب - إن العوائد الرأسمالية للاستثمار البحري تؤثر إيجابياً على القيمة المضافة و بالتالي على الأجور، و من ثم زيادة الفائض الاقتصادي.

ج - يعمـــل الاســـتثمار في مشروعات النقل البحري على تنويع العمالة و خلق فرصاً جديدة للعمـــل في الصناعات البحرية ذاتها، أو في الصناعات و الأنشطة المرتبطة بها و الناشئة عن تطويرها.

د - يســـتلزم تطوير قطاع النقل البحري إنشاء و تطوير صناعات أخرى مساندة، الأمر الذي يعمل على اتساع القاعدة الصناعية.

هـــ- يعمل النقل البحري على تنويع و تعدد البضائع و السلع المتاحة في السوق فيؤدي إلى اتساع السوق المحلي.

و - يوفـــر وجـــود أسطول وطني قادر على خدمة التجارة الخارجية للدول العملات الأجنبية التـــي تساهم في تحسين وضع الميزان الملاحي في ميزان مدفوعات الدولة، من خلال أجور الشـــحن التـــي يتحصل عليها الأسطول و التي كان يمكن أن توجه لصالح الشركات الأجنبية فيما لو قامت هذه الأخيرة بعملية النقل.

(6) - إن تطويـــر الأسطول الوطني هو مطلب قومي و سياسي بقدر ما هو مطلب اقتصادي، و إدراك الدولـــة لأهمـــية تحقيق استقلالها الاقتصادي و السياسي، و مدى خطورة سيطرة خدمات النقل البحري الأجنبي على تجارتها الخارجية، يبرر مدى اهتمام الدولة بتطوير هذا القطـــاع و دعمـــه. يتضـــح ذلك من اهتمام الدولة بالموانئ و تحديثها باعتبارها العنصر الأساســـي لمواكـــبة الـــتحركات السريعة لتدفقات التجارة، و دعم المشروعات الملاحية، و تأسيس عدد من الشركات الملاحية على المستوى الإقليمي و العربي.

(7) - إن اســتعراض واقــع الأسطول السعودي من حيث دوره في خدمة التجارة الخارجية للمملكة، و من حيث شركات الملاحة الوطنية القائمة على خدمة هذه التجارة، يبرز عدد من القضايا الهامة التي يجب أخذها بعين الاعتبار، و هي:-

أ - انخفاض و تدني مساهمة الأسطول الوطني السعودي في نقل التجارة الخارجية إلى نسبة أقل بكثير من المستوى المقبول.

ب - ســيطرة دول أعلام التسجيل المفتوح على نقل جزء لا يستهان به من التجارة الخارجية للمملكة.

ج - اســتحواذ ناقلات النفط و منتجاته على النصيب الأكبر من السفن السعودية، و هو أمر مــتوقع استوجبته الطبيعة الاقتصادية للدولة. هذا في الوقت الذي تنخفض فيه نسبة الحاويات بشــكل ملحــوظ رغــم الــتوجه العالمي المتزايد نحو التحوية، و استخدام الحاويات كعنصر أساسي في نظام النقل متعدد الوسائط.

د - تشــكل خمــس شــركات ملاحــية بســفنها 50% من السفن المكونة للأسطول البحري السعودي، بينما تمتلك الخمسون شركة الباقية النصف الباقي من السفن.

هـــ- تواجه الشركات الملاحية الوطنية مشكلات تشغيلية تعمل على تقليص دورها في خدمة التجارة الخارجية، و تعمل على إضعاف موقفها التنافسي في السوق الملاحي.

(8) - إن المنافسة الأجنبية من الشركات و التحالفات الملاحية العملاقة التي تشهدها الشركات الوطنــية هي من أهم المشكلات التي تواجه هذه الشركات و تحد من إمكانياتها. هذا فضلاً عــن ضــعف إمكانيات الأسطول غياب العديد من المقومات اللازمة لتطويره و رفع قدرته التنافسية. و من تحليل أهم المشكلات التي تواجه شركات الملاحة الوطنية يتضح ما يلي:-

أ - إن ســفن الأسطول البحري السعودي تعمل ما دون طاقتها الاستيعابية، الأمر الذي يعني غياب الاستغلال الأمثل و وجود فائض طاقة غير مستغلة.

ب - معظــم ســفن الأســطول السعودي ذوات حجم صغير نسبياً في الوقت الذي تسعى فيه الشركات العالمية إلى تشغيل سفن أكبر للاستفادة من الوفورات الاقتصادية للحجم.

ج - ارتفاع معدل العمر في السفن السعودية، و إن معظم السفن السعودية بحاجة إلى التجديد و الإحلال البديل و في المدى القصير.

د – الأسـطول السـعودي غير مجهز لتلبية كافة أنواع البضائع، حيث يعاني من قصور في السفن المتخصصة لنقل المواد السائبة و لبضائع الصب الجاف و سفن الحاويات.

هـ– افتقار شركات الملاحة الوطنية للخبرات الإدارية و التسويقية الحديثة و عدم مواكبتها للتطورات الاقتصادية العالمية بالسرعة المطلوبة.

و – غـياب الاعـتماد علـى الحاسـبات الآلية و برامجها في إدارة و تشغيل و جدولة سفن الشركات الملاحية.

ز – نقـص الكوادر البشرية و الخبرات المؤهلة للنهوض بالصناعة البحرية، و هيمنة العمالة الأجنبـية، نظـراً لانخفاض درجة إقبال الأيدي العاملة السعودية على هذه الصناعة. و على الـرغم من كون التحديث و الأخذ بالتكنولوجيا المتطورة يستدعي الوفر في العنصر البشري، إلا أن العنصر البشري الكفء و المؤهل لا يزال هو الأساس في نجاح العملية الملاحية.

ح – إحجام المستثمرون عن دخول المشروعات ذات العلاقة بالصناعة البحرية باستثماراتهم نظراً لضخامة رؤوس الأموال المطلوبة من ناحية، و لارتفاع درجة المخاطرة فيها من ناحية أخرى.

ط – عـدم وجـود الدعم الحكومي الكاف و المقدم للشركات الملاحية الوطنية مقارنة بالدول الصـناعية التي تساند أسطولها الوطني سواء بمنح إعانات مباشرة أو مساعدات و تسهيلات غير مباشرة.

(9) – كـان لظهـور الحاسـبات الآلية و تطور نظم المعلومات و استخدام المنطق الرياضي بتوسـع الأثر الواضح في تطوير البحوث و الدراسات الاقتصادية، و إضفاء مزيد من الدقة و القـوة لهـذه الـبحوث. و فـيما يخص النقل البحري، فقد كان مجالاً خصباً لاستيعاب التكنولوجـيا المـتطورة و التطبـيقات الرياضية و الحاسبات، حيث أدى استخدام الحاسبات الآلية إلى تطوير إدارة السفن و تشغيلها و رفع مستوى أدائها الاقتصادي.

و يمكـن القول بأن استخدام الحاسبات في المجال الملاحي كان له العديد من المزايا، من أهمها:–

أ – دعم مقدرة الشركات الملاحية على تشغيل و إدارة سفنها بكفاءة و فعالية.

ب – تطـور الموانئ و تجهيزاتها و خدماتها، الأمر الذي يعمل على خدمة السفينة بسهولة و سرعة و كفاءة أكبر.

ج – إجراء الدراسات و البحوث البحرية المختلفة، و حل مشكلاتها المصاغة رياضياً بسرعة و دقة.

د – وضع السياسات البحرية على أسس علمية أكثر دقة و موضوعية.

هـ– ظهور العديد من البرامج الجاهزة و النماذج المرنة سهلة التطبيق، تتيح للمخططين و متخذي القرار بالشركات الملاحية سرعة التوصل إلى الحلول المثلى لمشكلات الجدولة و التشغيل و الإدارة و غير ذلك.

و – الوصول إلى عائد اقتصادي أفضل و تحقيق أهداف الشركة الملاحية من خلال التشغيل الأمثل للسفن.

(10) – يتضح من استعراض الدراسة للمؤشرات الكمية في تشغيل السفن أن إنتاجية سفن الأسطول البحري و كفاءة تشغيله سوف تحقق تحسناً و ارتفاعاً كلما:–

أ – زاد وزن الحمولة المنقولة خلال الفترة التقويمية للسفينة.

ب – زادت حمولة السفينة/ يوم تشغيل.

ج – زادت نسبة حمولة السفينة/ ميل.

(11) – تعكس المؤشرات النوعية لتشغيل السفن درجة استخدام سفن الأسطول و كفاءة استخدامه، و التي تزيد كلما:–

أ – زاد متوسط حمولة السفينة.

ب – ارتفع معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة.

ج – انخفض متوسط زمن رحلة السفينة.

د – انخفض متوسط زمن فترة التشغيل للطن من الحمولة.

هـ– زاد معامل زمن الإبحار.

و – زادت قيمة معامل التحميل.

ز – زاد معامل التستيف.

ح – زاد معامل الدورية.

ط – انخفض معامل المسافة المقطوعة للسفينة فارغة.

ي – انخفض متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد.

ك – انخفض متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد من الحمولة عن الرحلة.

ل – زاد المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة.

م – زاد المتوسط اليومي لشحن و تفريغ السفينة.

ن – زادت إنتاجية الطن الواحد حمولة في كل يوم تشغيل.

(12) – تعتمد المؤشرات المالية على إيرادات الشركة و تكاليفها، و يمكن من خلالها الحكم على المركز المالي و الكفاءة التشغيلية لسفن الشركة، بحيث يقوى المركز المالي و تحقق الشركة كفاءة تشغيلية أكبر كلما:-

أ – زاد إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة.

ب – زاد إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة.

ج – انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة.

د – انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة المقطوعة.

هـ – انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة.

و – انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة لكل ميل من المسافة المقطوعة.

(13) – من نموذج تحديد الحجم الأمثل من السفن لكل خط ملاحي، و بالتطبيق على حالة شركة ملاحية تعمل على تشغيل عدد من السفن ذوات نوعية محددة و أحجاماً مختلفة على عدد من الخطوط الملاحية، يتضح الآتي:-

أ – أنه ليس هناك حجم أمثل محدد للسفينة يمكن اتخاذه كمقياس لجميع الحالات، إنما يتمثل الحجم الأمثل بذلك الحجم من السفن الذي يحقق للشركة أدنى تكلفة تشغيل ممكنة لنقل الطن الواحد من البضاعة لمسافة معينة، و يتحدد هذا الحجم وفقاً للعديد من العوامل المحددة لتكاليف التشغيل الكلية، و منها:-

- عدد السفن العاملة للشركة و نوعياتها و حمولاتها.

- الخطـــوط الملاحـــية أو المسارات المتاحة من حيث المسافات المقطوعة، و عدد موانئ الشحن و التفريغ و رسومها، و الشحنات المتاحة على كل منها.
- زمن تشغيل السفينة للرحلة من حيث زمن الإبحار و زمن المكوث بالموانئ.

ب – تزيد تكاليف التشغيل الكلية كلما زادت عدد أيام الرحلة لأي حجم من أحجام السفن على كـــل خـــط ملاحي، و كلما طالت المسافة التي تقطعها كل سفينة على كل خط ملاحي. هذا و تزيد التكاليف أيضاً مع زيادة حجم السفينة و حجم البضاعة المنقولة.

ج – إن التكلفة التشغيلية لنقل الطن الواحد من البضاعة و التي تحدد الحجم الأمثل للسفينة لا تتغـــير بتغـــير أيـــام الرحلة أو المسافة المقطوعة طالما تحددت التكاليف الكلية، ليبقى حجم البضـــاعة المـــنقولة هو العامل المؤثر على هذه التكلفة. و كلما زاد حجم السفينة انخفضت تكلفـــة نقـــل الطن من الحمولة، و عليه فإن السفن الأكبر حجماً هي الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية.

(14) - يتبيـــن من نموذج التخصيص الأمثل لسفن الأسطول البحري على المسارات المختلفة، أنه متى تم تحديد إيرادات التشغيل وفقاً لسعر النولون و البضاعة المنقولة، فإن الأرباح التي ســـتحققها الشـــركة إنمـــا تتوقف على التكاليف الكلية للتشغيل. و يلاحظ أن تكاليف تشغيل الســـفينة تزيد مع كل زيادة في زمن الرحلة، و مع زيادة طول المسافة التي تقطعها السفينة على كل مسار من المسارات المتاحة و لكل نوع من أنواع السفن.

(15) - إن لكـــل نوع من الأنواع المتاحة من السفن المسار الأمثل الذي يناسبه أكثر من سواه، و يكون النوع من السفن الأكثر ملائمة للمسارات المختلفة هو ذلك الذي يحقق أعلى صافي ربح ممكن للرحلات الممكنة على المسارات المختلفة، و غالباً ما يكون هذا النوع من أنواع الســـفن المتاحة لدى الشركة الملاحية هو صاحب العدد الأكبر من السفن، و زمن الرحلات الأقصر نسبياً، و كذلك ذو زمن و تكاليف توقف أقل.

(16) - عـــندما يحتوي الخط الذي تعمل عليه الشركة الملاحية على العديد من موانئ الشحن و الـــتفريغ، يســـتلزم الأمر وضع نموذج لتخطيط حركة السفن على المسارات المختلفة و بين الموانـــئ المختلفة بما يحقق للشركة التشغيل الأمثل للسفن. و لما كانت الإيرادات الكلية التي تحققهـــا الشركة تتوقف على سعر النولون و الكميات التي تنقلها سفنها من البضاعة، و مع افتراض عدم مقدرة الشركة على التحكم في سعر نولون الشحن، فإن زيادة الإيرادات الكلية

لتشـــغيل السفن تصبح مرهونة بزيادة الحمولة المنقولة بواسطة تلك السفن. و على ذلك فإن الخطة المثلى لحركة السفن على المسارات المختلفة تتمثل في تلك الخطة التي تكفل للشركة تحقـــيق أكـــبر قـــدر من الإيراد من خلال نقل السفينة لأكبر حمولة ممكنة بين نقاط الشحن المختلفة.

(17) - من استعراض النماذج الثلاثة التي تحتويها الدراسة يتضح إمكانية تطبيق هذه النماذج في أي شركة ملاحية، مهما اختلف عدد السفن التي تمتلكها الشركة أو المسارات التي تعمل علـــيها السفن، و أيضاً يمكن تطبيق النماذج مع تغيير دالة الهدف أو زيادة القيود المفروضة علـــى النموذج. ليتم من خلال النماذج تحديد عدد رحلات كل سفينة الذي يكفل تحقيق دالة الهدف.

(18) - مـــرونة النماذج الرياضية للبرمجة الخطية، و سهولة تطبيقها في الشركات الملاحية و لحـــل المشـــكلات التشغيلية المختلفة التي تواجه متخذي القرار و مشغلي السفن، سواء تلك المـــتعلقة بـــتحديد الحجم الأمثل للسفينة أو مشكلات الجدولة و خطط الحركة أو التوزيع و التخصـــيص الأمـــثل. و أنـــه بالاعتماد على البرامج الجاهزة للحاسب الآلي يمكن للشركة التوصـــل إلـــى القـــرارات الصحيحة و الحلول الدقيقة في أسرع وقت و بأقل تكلفة، و بما يضمن تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها البحري.

ثالثاً - توصيات البحث

من استعراض موضوعات البحث و النتائج التي تم التوصل إليها، تخرج الباحثة بعدد من التوصيات و المقترحات الكفيلة بتحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري التجاري السعودي، و التي تم تلخيصها فيما يلي:-

(1) - ضرورة العمل على تحقيق أمثلية التشغيل بتخصيص الموارد المتاحة لدى الشركة الملاحية و إعادة التخصيص باستمرار وفق المستجدات على الساحة الملاحية، بحيث يتم توزيع الموارد وفق استخداماتها البديلة و المتنافسة أفضل توزيع ممكن بما يكفل تحقيق الكفاءة الاقتصادية في تشغيل الشركة الملاحية لسفنها.

(2) - اتباع الأساليب العلمية الحديثة و رفع مستوى الأداء و الكفاءة الإدارية و التشغيلية بما يولد ربحاً حقيقياً ناجماً عن انخفاض فعلي في التكاليف. ففي حالة صعوبة التحكم في الإيرادات نتيجة انخفاض أسعار الشحن، يتحتم البحث عن أساليب و طرق جديدة مبتكرة تؤدي إلى خفض التكاليف.

(3) - الأخذ في الاعتبار بالأهداف القومية إضافة إلى الأهداف المالية للشركة الملاحية، و مراعاة تلك المعايير التي تعمل على رفع مستوى أداء الأسطول الوطني في مجموعه، و دعم و تعزيز وضع الاقتصاد القومي من خلاله. و يكون ذلك بمحاولة نقل أكبر حمولة ممكنة، و الحصول على أكبر إيراد من العملات الأجنبية، و زيادة القيمة المضافة للنشاط البحري.

(4) - وجوب العمل على تقليل زمن مكوث السفن بالموانئ، خفضاً للتكاليف و تحقيقاً لإنتاجية أكبر للسفينة، و يتأتى ذلك عن طريق:-

أ - التخصيص الأمثل لأرصفة الموانئ و المخازن و التجهيزات.

ب - رفع الكفاءة التشغيلية لمعدات تداول البضائع و تحديثها و الحد من الاعتماد على الطرق التقليدية.

ج - العمل على سرعة إنجاز عمليات الشحن و التفريغ.

د - رفع مستوى كفاءة و إنتاجية العمالة بالموانئ.

هــ- الاختيار الأمثل لمتعهدي الشحن و التفريغ من ذوي الخبرة و الكفاءة.

(5) - حتمـية القـيام بـدور أكبر في دعم و تطوير قطاع النقل البحري بالصورة التي تمكن وحـدات هـذا القطاع من شركات و وكلاء ملاحيين، و الجهات المرتبطة من تحقيق دور أكبر في الاقتصاد القومي، و يتطلب ذلك ما يأتي:-

أ - توجـيه عـناية خاصة للشركات العاملة بقطاع النقل البحري، و العمل على تحريرها من المشـكلات و الصـعوبات التـي تواجهها و تعوق من مقدرتها على التواجد و الاستمرار و المنافسة.

ب - الاهـتمام بـإعداد البحوث و الدراسات التي تتناول مشكلات الصناعة البحرية و إلقاء الضـوء على الحلول و التوصيات المقترحة بها، و التي قد تساهم بشكل أو بآخر في التوصل إلى حلول فعلية لتلك المشكلات.

ج - الأخذ بتجارب الشركات الملاحية العالمية المنافسة ذات الكفاءة و الجودة في خدماتها، و التكنولوجيا المتبعة، و أساليبها الإدارية و التشغيلية.

د - تدعيم دور الاتحادات الملاحية الخليجية و العربية بما يحقق مصالح دول المنطقة.

هــ- حقـن الهـدر و التسرب في نفقات النقل و التي تحظى بها الشركات الأجنبية في ظل غياب الدور المطلوب للشركات الوطنية.

و - التخفـيف من ظاهرة هجرة السفن السعودية للتسجيل بدول أعلام الملائمة، و البحث عن الأسباب الحقيقية و محاولة تلافيها.

ز - تطويـر وظيفة الموانئ لتصبح أكثر شمولية و قدرة على استيعاب الخدمات الجديدة، و اتباع التكنولوجيا المتطورة خاصة في مجال المعلومات و الاتصالات الآلية.

ح - توفـير متطلـبات وجود شبكة نقل متكاملة مع تطوير الشبكات الحالية برية و بحرية و جوية لمواجهة التحديات العالمية المقبلة.

ط - مـراجعة الأنظمـة و القوانيـن الحالية بما يضمن انضباط النقل البحري و تنظيمه بما يتماشى مع الأنظمة القوانين الدولية.

(6) - رفـع المقـدرة التنافسـية لشـركات الملاحة الوطنية بما يكفل أداء دورها المطلوب لصـالحها و صـالح اقتصاد بلادها، بتوفير المناخ و الظروف الملائمة و توفير الإمكانيات

اللازمـــة. فـــالقدرة على المنافسة محكومة بتوافر المناخ الملائم لأداء أفضل و تحقيق أمثل للأهداف. و عليه يستوجب على الشركات الملاحية القيام بالتالي:-

أ - التنسـيق بين الشركات الملاحية بعضها البعض، و بينها وبين الجهات المختلفة المعنية بشئون النقل البحري خاصة و النقل ككل عامة لقيام نظام متكامل حديث للنقل الشامل.

ب - تشـجيع الاندماج بين الشركات الصغيرة العاملة في قطاع النقل البحري لتكوين كيانات أكـبر و أكثر قدرة على المنافسة، حيث تؤدي اقتصاديات الحجم الكبير في الإدارة و التشغيل إلـى تعظـيم الأربـاح و تدنية تكاليف التشغيل و الحصول على نصيب أكبر من السوق. و السعي نحو الاندماج و التكامل على المستوى العربي و الإسلامي في هذا المجال.

ج - تحسين التركيب النوعي للسفن السعودية بتحديث الأسطول الحالي باستخدام سفن حديثة عالية التكنولوجيا أكثر تخصصاً و أكبر حجماً، و لعل سفن الحاويات هي الأكثر ملائمة اليوم لضمها إلى السفن المكونة للأسطول السعودي.

د - رفع كفاءة الإدارة و التشغيل بتطوير الأساليب الإدارية المتبعة و التكيف مع التغيرات و المستجدات الراهنة و العمل على مسايرة تلك المستجدات لصالح الشركات الملاحية.

هـــ- تطويـر الكوادر البشرية الإدارية و الفنية المتاحة، و رفع إنتاجيتها بالتدريب و إعادة التأهيل بما يتماشى و التغيرات الراهنة.

(7) - إعطاء الدولة مزيد من الاهتمام لمشكلة العنصر البشري الوطني المؤهل و المساهم في رفع كفاءة قطاع النقل البحري، و تنمية القوى البشرية القادرة على الالتحاق بهذا القطاع، و يتطلب ذلك ما يلي:-

أ - وضع استراتيجيات محددة و نظام وطني متكامل لتدريب و إعداد العمالة الجديدة، و رفع إنتاجية العمالة القائمة و قدراتها الفنية و الإدارية بإعادة تأهيلها بصورة تحقق أداء أفضل.

ب - تشـجيع الـتحاق الشباب السعودي بالصناعة البحرية بحوافز مادية و معنوية، مع رفع الوعـي الاجتماعي بأهمية هذه الصناعة للاقتصاد القومي، و مطالبة وسائل الإعلام المختلفة للقيام بدور أكبر في هذا الشأن.

ج - عقـد المؤتمرات و الندوات التي تعني بشئون تنمية الموارد البشرية خاصة في المجال البحري، و تبادل المعلومات و الخبرات في هذا المجال.

د – إنشـــاء المـــدارس و المعاهد و مراكز التدريب البحرية المتخصصة تحت إشراف وزارة النقل و المواصلات.

هـــ- دعـــم الـــتعاون المشترك مع الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا و النقل البحري بالإســكندرية و بين وزارة النقل و المواصلات لتخريج الكوادر المتخصصة و المطلوبة في المجال البحري.

(8) – زيـــادة الدعـــم الحكومـــي المقدم لشركات الملاحة الوطنية و المشروعات ذات العلاقة بالصـــناعة البحرية، و العمل على تخفيف حدة المشكلات المالية التي تواجه هذا القطاع، و ذلك عن طريق:-

أ – وضـــع السياسات التشجيعية و التيسيرية لملاك السفن و مشغلوها و المعنية بتقديم أساليب مختلفة للدعم و المساعدة.

ب – تخفـــيض رســـوم الإرســـاء و مناولة البضائع بالموانئ، و منح استثناءات و تسهيلات خاصة للسفن الوطنية بموانئ المملكة، خاصة فيما يتعلق بالنقل الساحلي.

ج – مـــنح الشـــركات الملاحـــية قروضـــاً ميســـرة لبناء و شراء سفن جديدة تخدم و بكفاءة الأسطول الوطني.

د – مســـاواة الصناعة البحرية بالصناعات الأخرى فيما يتعلق بوجود مؤسسات مالية تختص بـــتقديم القـــروض للشركات العاملة في هذه الصناعة كصندوق للتنمية البحرية أو بنك بحري متخصص.

هـــ- توجـــيه القطـــاع المصـــرفي للقيام بدور رائد في دعم المشروعات البحرية، و تقديم القروض و التسهيلات الائتمانية للشركات الملاحية و بضمانات تحددها الدولة.

(9) – الاهتمام بعمليات البحث و التطوير و نظم المعلومات، ودعم البحوث و الدراسات التي تعنـــي بالنقل البحري بالأساليب الرياضية المختلفة و تطبيقات النماذج الاقتصادية الرياضية و بـــرامج الحاســـب الآلـــي التـــي تدعـــم هـــذه البحوث و تضفي عليها مزيداً من الدقة و المصـــداقية. هـــذا مـــع ضرورة تعزيز التعاون بين مراكز البحوث الاقتصادية و شركات الملاحـــة لإعـــداد الدراســـات التي تخدم هذا القطاع بإمداده بالتطبيقات و النماذج المناسبة لتحقيق سرعة و دقة و كفاءة أكبر في اتخاذ القرارات الإدارية و التشغيلية المثلى.

(10) – ضرورة الأخذ بمؤشرات التشغيل الأمثل لسفن الشركة الملاحية، و حساباتها لتقييم أداء و إنتاجية السفن. ليتم تحقيق التشغيل الأمثل من خلال:-

أ – رفع مؤشر صافي حمولة السفينة بزيادة الحمولة التي تنقلها السفينة خلال الفترة التقويمية الخاصة بها، و زيادة عدد أيام التشغيل السنوية.

ب – زيـادة مؤشـر حمولة السفينة لكل يوم تشغيل بالعمل على نقل كمية أكبر من الشحنات خـلال فـترة التشغيل، أو تقليل فترة تشغيل السفينة لنقل نفس الحمولة. و كذلك زيادة حمولة السـفينة لكـل ميل من المسافة المقطوعة، إما بزيادة الشحنات المنقولة على مسافة معينة أو بنقل شحنات محددة لمسافة أقل.

ج – زيـادة متوسـط حمولـة السـفينة بالعمل على نقل كمية أكبر من البضائع خلال فترة التشغيل، و تقليل فترات مكوث السفينة في الموانئ لتخفيض زمن التشغيل.

د – زيـادة معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة من خلال زيادة زمن تشغيل السفينة نسبة إلـى الفـترة التقويمية الخاصة بها مما يحقق إنتاجية أكبر. هذا فضلاً عن العمل على خفض زمـن الـرحلة الواحدة نسبة إلى عدد الرحلات، أو زيادة عدد الرحلات المنجزة خلال فترة تشـغيل السـفينة. كما و أن خفض زمن تشغيل السفينة للرحلة الواحدة لنقل كمية معينة من البضاعة يؤدي إلى خفض متوسط زمن فترة التشغيل للطن الواحد من الحمولة.

هـ– زيادة مؤشر معامل الإبحار بالعمل على رفع نسبة زمن إبحار السفينة إلى إجمالي زمن الـرحلة، الأمر الذي يعني استغلال أكفأ لفترة تشغيل السفينة و انخفاض فترات مكوث السفينة في الموانئ.

و – زيـادة كـل من : معامل التحميل، معامل التستيف، و معامل الدورية بما يكفل استخدام أفضـل و إنتاجـية أكبر للسفينة. بالنسبة لمعامل التحميل، فإن زيادته تتطلب زيادة الحمولة و الشـحنات التـي تنقلها السفينة بين كل مينائين نسبة إلى صافي حمولة السفينة. أما عن زيادة معـامل التستيف فتستوجب زيادة حجم الحمولة المنقولة، و الاستخدام الأمثل لسعة و فراغات السـفينة. و فيما يخص زيادة معامل الدورية، فتكون بزيادة الكمية العامة للشحنة في الرحلة نسبة إلى متوسط كمية الشحنات الموجودة على السفينة خلال فترة الرحلة.

ز – خفـض المسافة التي تقطعها السفينة فارغة نسبة إلى المسافة العامة المقطوعة، و كذلك المسافة التي تقطعها السفينة محملة للطن الواحد المنقول من البضاعة، و عن كل رحلة.

ح – زيـــادة المتوســـط اليومـــي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة بالسعي لتقليل المسافة التي تقطعها السفينة لإنجاز عدد معين من الرحلات.

ط – زيادة المتوسط اليومي لشحن و تفريغ السفينة من خلال العمل على زيادة كمية البضاعة المشحونة و المفرغة أثناء مكوث السفينة بالميناء و تخفيض هذه الأخيرة قدر الإمكان، بمعنى رفع كفاءة مناولة البضائع بالميناء.

ي – زيـــادة و رفع إنتاجية الطن الواحد حمولة لكل يوم تشغيل، بنقل السفينة لكمية أكبر من البضـــائع نسبة إلى صافي الحمولة، و قطع مسافة أكبر خلال زمن الإبحار. أو بعبارة أخرى زيـــادة كـــل مـــن: معامل تحميل السفينة، و المتوسط اليومي لسرعة التشغيل و معامل زمن الإبحار.

(11) - مراقـــبة المركز المالي للشركة الملاحية من خلال المؤشرات المالية للتشغيل الأمثل، و العمـــل على زيادة الإيرادات و تخفيض التكاليف، و كذلك السعي لنقل أكبر كمية ممكنة من البضاعة، بما يحقق التالي:–

أ – زيادة إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة.

ب – زيادة إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة.

ج – خفض تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة.

د – خفض تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة المقطوعة.

هـ– خفض تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة.

و – خفض تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة عن الرحلة لكل ميل.

(12) - مـــن اســـتعراض النماذج الاقتصادية الرياضية محل الدراسة و النتائج المنبثقة منها، يتبن ضرورة القيام بالتالي:–

أ – الاتجاه نحو السفن الأكبر حجماً فهي الأكثر إنتاجية و جدوى من الناحية الاقتصادية.

ب – اختـــيار أنواع السفن القادرة على نقل النوعيات المختلفة من البضائع كسفن الحاويات مـــثلاً بحيـــث يمكـــن تخصيصها لخدمة المسارات المختلفة و لنقل أكبر قدر من الحمولات المتاحة مختلفة النوعيات.

ب – تدنية التكاليف التشغيلية للشركة من خلال تحسين الإنتاجية و ترشيد الإبحارات و الترددات على الموانئ المختلفة و اختصار الوقت و المسافة اللازمين لرحلة السفينة.

ج – محاولة الحصول على نصيب أكبر في السوق و نقل أكبر قدر ممكن من الحمولة لتعظيم الإيرادات و تخفيض تكلفة نقل الطن من البضاعة.

د – اهتمام أكبر بالعملية الإدارية و التسويقية و التعريف بالشركة و خدماتها محلياً و دولياً لإيجاد قاعدة أوسع من العملاء و الأسواق مما يتيح لسفن الشركة قدر أكبر من الشحنات.

(13) – أهمية الوعي بكون صناعة النقل البحري صناعة عالمية تمتاز بسرعة التأثر و التفاعل مع التغيرات التكنولوجية الحديثة، و أن الشركات الأكثر نجاحاً هي تلك التي تراقب و باستمرار ما يحدث عالمياً، و التي تكون على استعداد لتقبل و استخدام أحدث التقنيات ومن ثم تعديل أساليبها الإدارية و التشغيلية وفقاً لتلك التغيرات. و لا نعني بذلك أن التقنية وحدها يمكن أن تحل كافة مشاكل النقل البحري، و لكن حل معظم المشكلات يتأتى بالجمع بين الأدوات و الأساليب الحديثة و بين الإدارة السليمة و الخبرة. و على ذلك فإن تطوير الأساليب المتبعة يتطلب استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية المختلفة و برامج الحاسب الآلي لحل المشكلات التي تواجه إدارة و تشغيل سفن الأسطول بما يحقق التشغيل الأمثل.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع العربية

أ - الكتب :

1 - أبـو سدره، فتحي و المصري، زينب إسماعيل: الأسلوب الرياضي في الاقتصاد، مركز البحوث الاقتصادية، بنغازي، 1988.

2 - أبو عمة، عبد الرحمن و العش، محمد أحمد: البرمجة الخطية، الرياض، 1990.

3 - أحمـد، عبد الرحمن يسري: التحليل الاقتصادي، مؤسسة الشباب الجامعي، الإسكندرية، 1985.

4 - أحمـد، عـبد الحمـن يسـري: تطـور الفكر الاقتصادي، الطبعة الثانية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1990.

5 - أولوليـن، كارلين: اقتصاديات النقل البحري، ترجمة: مختار السويفي، د.ن، الإسكندرية، 1979.

6 - باهرمز، أسماء محمد: مقدمة في بحوث العمليات، الطبعة الأولى، جده، د.ن، 1994.

7 - بخـاري، عـبله عـبد الحميد: محاضرات في مبادئ الاقتصاد الجزئي، مكتبة دار جدة، 1997.

8 - بدوي، سمية: اقتصاديات النقل البحري في العالم، د.ن، الإسكندرية، 1989.

9 - البشبيشـي، حلمي عبد الفتاح، إسماعيل، طه الطاهر إبراهيم و عبد العاطي،سيد أحمد: بحوث العمليات في المحاسبة، جامعة القاهرة، 1993.

10 - خلـيل، سامي: مبادئ الاقتصاد الكلي، الطبعة الثانية، مؤسسة المصباح و مكتبة النهضة العربية، الكويت، 1983.

11 - خير الدين، هناء خير: الاقتصاد الرياضي، د.ن، 1981.

12 - **الـــردادي، محمـــد بـــن مسلم:** التجارة الخارجية و أطوار التمويل الدولي المعاصر –مع دراســـة خاصة بالعلاقات الاقتصادية الدولية لدول مجلس التعاون الخليجي، دار حافظ للطباعة و النشر، جدة، 1991.

13 - **الـــردادي، محمـــد بـــن مسلم:** تجارة الخدمات الصناعية والاستثمارات البحرية لأقطار مجلس التعاون الخليجي، دار المجتمع للنشر والتوزيع، جدة، 1994.

14 - **الرسول، أحمد حبيب:** دراسات في جغرافية النقل، دار النهضة العربية للطباعة و النشر، بيروت، 1986.

15 - **الـــزوكة، محمـــد خمـــيس:** التخطـــيط الإقليمي و أبعاده الجغرافية، الطبعة الثانية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1984.

16 - **ســـالم، فؤاد الشيخ:** بحوث العمليات "نظرية و تطبيق"، دار مجدلاوي للنشر و التوزيع، عمان، 1983.

17 - **ســـحاب، سالم أحمد:** مبادئ الرياضيات الجامعية في العلوم الإدارية، الطبعة الثانية، دار زهران للطباعة و النشر، جده، 1993.

18 - **الســـيفو، ولـــيد إســـماعيل:** المدخل إلى الاقتصاد القياسي، دار الكتب للطباعة و النشر، الموصل، 1988.

19 - **الشـــرع، حســـين علـــي:** الاقتصاد السعودي في مرحلة بناء التجهيزات الأساسية، جمعية الثقافة و الفنون، الرياض، 1984.

20 - **الشـــريف، حسن علي:** شحن و تفريغ السفن(الأصول و القواعد الفنية)، منشأة المعارف، الإسكندرية.

21 - **شـــيانج، ألفـــا:** الطرق الأساسية في الاقتصاد الرياضي، الجزء الأول، تعريب: نعمة الله نجيب إبراهيم، دار المريخ، الرياض، 1995.

22 - **شـــيانج، ألفـــا:** الطرق الأساسية في الاقتصاد الرياضي، الجزء الثاني، تعريب: نعمة الله نجيب إبراهيم، دار المريخ، الرياض، 1995.

23 - **الصـــباب، أحمـــد:** أساليب و مناهج البحث العلمي في العلوم الاجتماعية، مكتبة المصباح، جده، 1990.

24 - **عـبد القـادر، محمـد عبد القادر:** طرق قياس العلاقات الاقتصادية مع تطبيقات الحاسب الإلكتروني، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1990.

25 - **عبد الله، محمد حامد:** اقتصاديات الموارد، جامعة الملك سعود، الرياض، 1991.

26 - **العبيد، عبد الله بن عبد الله سليمان، عطية،عبد القادر محمد عبد القادر:** اقتصاد المملكة العربـية السـعودية "نظـرة تحليلـية"، دار عـالم الكتب للطباعة و النشر و التوزيع، الرياض، 1994.

27 - **عـثمان، هـارون أحمـد:** الاقتصـاد البحري –مع إشارة خاصة لمشاكل الدول النامية، الإسكندرية، منشأة المعارف، 1981.

28 - **عشماوي، سعد الدين:** تنظيم وإدارة النقل، د.ن، القاهرة، 1975.

29 - **عمر، حسين:** موسوعة المصطلحات الاقتصادية، دار الشروق، جده، 1979.

30 - **عمـر، حسـين:** تطـور الفكر الاقتصادي –قديما و حديثا و معاصرا، الكتاب الأول، دار الفكر العربي، القاهرة، 1994.

31 - **عمـر، حسـين:** تطـور الفكر الاقتصادي –قديما و حديثا و معاصرا، الكتاب الثاني، دار الفكر العربي، القاهرة، 1994.

32 - **عويس، نبيل عطيه:** أصول الاقتصاد الرياضي، مكتبة الجلاء الحديثة، بورسعيد، 1984.

33 - **العيسـوي، إبراهـيم:** مـبادئ التحليل الاقتصادي الرياضي، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة، 1982.

34 - **فهمـي، أحمد منير:** دراسة مقارنة للائحة عقود البيع التجارية الدولية الجديدة لعام 1990 م، مجلس الغرف التجارية الصناعية السعودية، 1991.

35 - **القاضـي، زيـاد عـبد الكـريم، جابر،عاطف وأبو الحسن، عمر:** بحوث العمليات، دار المستقبل للنشر و التوزيع، عمان، 1990.

36 - **قـنديل، عـبد الفـتاح و سليمان، سلوى:** مقدمة في علم الاقتصاد، دار النهضة العربية، القاهرة، 1992.

37 - **الليثـي، محمـد علـي و سـفين،لطفي لويز:** أصول الاقتصاد الرياضي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1997.

38 - **ماضـي، محمـد توفـيق:** السـبرمجة الخطية (التوزيع الأمثل للموارد المحدودة)، سلسلة الأساليب الكمية للجميع،المكتب العربي الحديث،الإسكندرية،1992.

39 - **مايـر، جـيرالد م.:** التجارة الدولية و التنمية، ترجمة : د. أحمد سعيد دويدار، مراجعه و تقديم: د. صلاح نامق، دار النهضة العربية، القاهرة، 1968.

40 - **متولـي، مخـتار محمد:** الأساليب الاقتصادية للرياضيين، جامعة الملك سعود، الرياض، 1993.

41 - **محمـود، أحمـد عـبد المنصـف:** صـناعة النقل البحري، الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا و النقل البحري، الإسكندرية، 1995.

42 - **محمـد، جـلال عـبد الوهاب:** قاموس مصطلحات الكمبيوتر و المايكرو كمبيوتر، جده، 1987.

43 - **المعـزاوي، علي عبد السلام:** بحوث العمليات في مجالات الاستثمار – الإنتاج – النقل – التخزين، دار الشروق، القاهرة، 1991.

44 - **هاشـم، إسماعيل محمد:** المدخل إلى علم الاقتصاد، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1981.

45 - **هـدى، محمـد سليمان:** اقتصاديات النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.

46 - **هـدى، محمد سليمان:** بحوث العمليات وتطبيقاتها في قطاع النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.

47 - **هـدى، محمـد سـليمان:** مناهج البحث الاقتصادي، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، 1989.

48 - **هدى، محمد سليمان:** دراسات الجدوى و تقييم المشروعات الاستثمارية لشركات الملاحة و الموانئ البحرية و الترسانات، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1992.

49 - **هـدى، محمـد سليمان:** الاستثمار و التمويل في النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1995.

50- هـدى، محمد سليمان: علم الإحصاء، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا و النقل البحري، الإسكندرية، 1997.

ثانياً – مقالات علمية و دوريات:

1 - "الاستثمار في النقل البحري بين الإحجام و الإقبال"، الأسواق، ع19، يونيو1996، 72-75.

2 - "الأسطول الوطني السعودي – تحديات و معوقات"، التجارة، ع361، مايو1990، 26-27.

3 - "أضواء على قطاع النقل البحري السعودي"، النقل و المواصلات، العدد الثاني، نوفمبر 1998، 7-9.

4 - **الأمانة العامة لاتحاد غرف دول مجلس التعاون الخليجي:** "الواقع الحالي لقطاع النقل البحري و الموانئ في دول مجلس التعاون الخليجي و دورهما في تيسير التجارة الخارجية "، الاقتصاد الخليجي، ع 72، يناير- فبراير 1996، 22-33.

5 - **أوهان، ألكسان مراد:** "آفاق النقل البحري العربي"، الصناعة البحرية، ع11، مايو1995، 26-27.

6 - **أيوب، حسن بسيوني:** "دور وسائل النقل في تنشيط الحركة الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية"، التجارة، ع348، إبريل 1989، 50-51.

7 - "البترول – طريق الرخاء والتنمية عبر الموانئ السعودية"، المدينة(الموانئ السعودية الواقع و الإنجاز)، ع83، ربيع أول 1411هـ، 34-35.

8 - **بخاري، عبد الحميد:** "95% من النقل البحري يتم على بواخر أجنبية"، الدستور، 4/5/6، 1988.

9 - **بخاري، عبله عبد الحميد:** "صناعة النقل البحري في المملكة قائدة للتنمية ومكملة لمختلف الصناعات"، الأسواق، ع11، أكتوبر1995، 43-46.

10 - **بخاري، عبله عبد الحميد:** "واقع الأسطول البحري السعودي و أثره على التجارة الخارجية"، الأسواق، ع12، نوفمبر1995، 42-47.

11 - **بســيوني، عــبد الحلــيم**: "الموانئ البحريــة و تأثيرها على الاقتصاد القومي المصري"، تكنولوجيا النقل البحري، ع65، إبريل-يونيو1998، 3-12.

12 - **بــن صديق، خالد**: "ماذا يعني علم المنفعة"، النقل والمواصلات، ع1، أكتوبر42،1998-43.

13 - **بوخضــور، حجــاج**: " تطويــر وسائل النقل البحري"، الاقتصاد الخليجي، ع52، نوفمبر 1992، 40-41.

14 - "تخفــيض أجور تفريغ الحاويات في الموانئ السعودية"، مجلة أنباء النقل البحرية العربية، ع39، 2000، 50.

15 - **التركــي، أحمد بن يوسف**: "السعوديون الذين لا تحمل سفنهم علم المملكة هم الخاسرون"، الأسواق، ع24، نوفمبر1996، 12-16.

16 - **الجهــيمان، عــبد العزيز**: " الموانئ السعودية بين الماضي و الحاضر"، المدينة (الموانئ السعودية الواقع والإنجاز)، ع83، ربيع أول 1411هـ،18-23.

17 - **حريــري، مصــطفى**: "مقومات النقل البحري السعودي"، المدينة، ع83، ربيع أول 1411 هـ، 29 -33.

18 - "رجــال الأعمــال يضــخون11 مليار في الموانئ السعودية"، أنباء النقل البحري، ع23، أغسطس-سبتمبر1998، 8.

19 - **ســلمان، داود سلمان**: "دراسة حول مشاكل الصناعة البحرية العربية"، الصناعة البحرية، ع1، كانون أول1980، 19-23.

20 - **الســلوم، ناصــر بــن محمــد**: "تعــاون المملكة مع المنظمة البحرية الدولية "، النقل و المواصلات، ع2، نوفمبر1998، 10-11.

21 - **السلوم، ناصر بن محمد**: "نحو إعادة هيكلة قطاع النقل البحري بالمملكة"، الأسواق، ع24 ، نوفمبر1996، 8-9.

22 - **الشــريم، عبد الله**: " تحالفات الشركات الأجنبية التي أضرت بالشركات الوطنية"، النقل و المواصلات، ع4، يناير 1999، 64-68.

23 - **الضـــبيبان، عـــبد الله**: "لمـــاذا نبحث عن ناقل أجنبي لصادراتنا؟ "، التجارة، ع363، ذو الحجة 1410 هـ، 86-87.

24 - **عاشور، عبد الحفيظ**: "مشاكل النقل البحري و أهمية الشحن على سفن الشركات الوطنية"، الاقتصاد، ع143، نوفمبر1984، 26-27.

25 - **عـــبد ناجـــي، محمـــد**: "دور قطاع النقل البحري الوطني في نقل التجارة الخارجية لدول الخليج العربي- واقع وآفاق"، شركة الملاحة العربية المتحدة، 1990.

26 - **عـــبد ناجـــي، محمـــد**: "نظرة على قطاع النقل البحري في أقطار الخليج العربي "، مجلة الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع30، فبراير1990.

27 - **عـــزب، محمـــد عبد المجيد**: "تنمية الأسطول التجاري الوطني و سياسة حمايته "، النشرة الدورية، الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع25، يوليو 1989.

28 - **عـــزب ، محمـــد عـــبد المجيد**: " مراجعة لبرامج الحاسب في تحسين اقتصاديات تشغيل السفن"، النشرة الدورية، الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع21، 1988.

29 - **عـــزي، بهـــاء بـــن حســـين**:"التكنولوجـــيا والوســـائل الكفيلة بنقلها إلى المملكة العربية الســـــعودية"، مجلة الأكاديميـــة العربية للنقل البحـــري، مج9، ع8، يناير 1984، 22 -33.

30 - **عـــنقاوي، عقـــيل محمود**: "دعم النقل البحري المحلي لمجابهة المنافسة الأجنبية الحادة"، التجارة، ع 366، ربيع أول 1411هـ، 90-91.

31 - "قطاع النقل في حاجة عاجلة لهيئة وطنية تهتم به"، الأسواق، ع19، يونيو1996،69.

32 - "مجلـــس وزراء العـــرب بيـــن الإنجازات و التحديات"، النقل و المواصلات، ع1، أكتوبر 1998،22-24.

33 - **محمـــود، أحمـــد عـــبد المنصـــف**: "عنصر رأس المال في صناعة النقل البحري بالدول النامية".

34 - **محمـــود، أحمد عبد المنصف**: "النقل البحري وتحديات المرحلة المقبلة"، التجارة، ع420، فبراير1995، 76-77.

35 - "مطالـــب هامـــة لتنشـــيط اســـتثمارات النقل البحري في الدول العربية و النامية"، النقل و المواصلات، ع23، أغسطس2000، 78-79.

36 - "الملـــك عبد العزيز و إرساء دعائم و أهداف و سياسات المواصلات في المملكة"، النقل و المواصلات، ع4، يناير 1999، 14-1.

37 - "الموانئ السعودية بين الأمس و اليوم"، النقل و المواصلات، ع3، ديسمبر1998،46-49.

38 - **النحراوي، أيمن**: "الأسطول التجاري الوطني – حتمية التطوير و المحاذير"، إنترناشيونال ريفيو، أكتوبر 1998، 36.

39 - "نقلـــة حضارية شاملة في الطرق و النقل تثري شـــرايين التنمية"، النقل و المواصلات، ع 1، 1998، 16-20.

40 - **هارون، محمد**: "صناعة النقل البحري"، الصناعة البحرية، ع11، مايو 1995، 15-17.

ثالثاً – ندوات و مؤتمرات :

1 - **أبـــو عاصــــي، إجـــلال إبراهيم محمد**: "دور الدول النامية في النقل البحري و صناعته"، الـــندوة الجغرافـــية الخامســـة لأقسام الجغرافيا بجامعات المملكة، جامعة الملك سعود، الرياض، 26-28 إبريل 1994.

2 - **بابقـــي، أحمـــد سعيد و محمد محمود عبدالمجيد**:" نحو دور أكبر لأسطول النقل البحري الســـعودي فـــي خدمـــة الـــتجارة الخارجـــية للمملكة العربية السعودية "، ندوة النقل الـــبحري"مـــن أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جده، 23-25 شعبان 1410، 29-108.

3 - **بكري، محمد هاني عبد القادر**:" المعوقات التي تحد من تطور وكفاءة الأسطول السعودي و أســـاليب معالجـــتها "، نـــدوة النقل البحري"من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جده، 23-25 شعبان 1410، 409-421.

4 - **رضـــوي، محمـــد نعـــيم**: "الإستخدام الأمثل لتجهيزات النقل البحري عن طريق النماذج الرياضـــية باســـتخدام الحاســـوب"، ندوة النقل البحري"من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جده، 23-25 شعبان 1410، 317-328.

5 - **صــقر، محمــد أحمــد:** "مستقبل النقل البحري بعد ظهور النقل الدولي متعدد الوسائط"، المؤتمــر الدولـــي الـــرابع عن التغير في صناعة النقل البحري و انعكاسه على الدول النامية، الإسكندرية، 21-23 مايو 1995.

6 - **الطيبـــي، الســيد و الشباســي، مصــطفى كامل:** "أثر انسياب دورة البضائع في تدعيم استراتيجية التجارة الخارجية"، الندوة الدولية العاشرة للموانئ، 9-11 يناير1994.

7 - **عــبد القادر، محمد سيد:** "دور البنوك الوطنية في تقديم التسهيلات و الخدمات المصرفية و المؤسســات الملاحــية"، نــدوة "مــن أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري التجاري السعودي"، جده، 23-25 شعبان، 1410.

8 - **عــبد ناجــي، محمد:** "المشاكل التي تواجه تشغيل الشركات الملاحية الوطنية العربية في الخلــيج العربــي"، المؤتمر الدولي الأول عن مشاكل النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 1989.

9 - **عــثمان، هــارون أحمــد:** "أهمية إنشاء اتحادات ملاك سفن في الدول النامية "، المؤتمر الدولي الأول عن مشاكل النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 1989.

10 - **عراقــي، محمــد طــارق:** "تنمــية الــنقل البحري لخدمة الاقتصاد الوطني"، ندوة النقل الــبحري"مــن أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جده، 23-25 شعبان، 1410، 481-543.

11 - **الغــنام، صــابر حســن:** "دور التكالــيف الاستراتيجية في دعم القدرة التنافسية للموانئ المصــرية"، الندوة الدولية الخامسة عشرة للموانئ: تطور صناعة الموانئ و النقل في القرن العشرين، الإسكندرية، 14-16 فبراير 1999.

12 - **مأمون، د. أحمد حسن:** "دور البحث و التطوير في قطاع النقل البحري"، المؤتمر الدولي الثاني عن النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 13-15 مايو، 1991.

13 - **محمــود، أحمــد عبد المنصف:** "النقل العالمي الجديد و النقل المصري"، مؤتمر القاهرة الــبحري(مارِيــنز4) -مــنجزات الــنقل البحري المصري و تحديات القرن الواحد و العشرين"، القاهرة، 17-19 يونيو1999.

14 - **مدنـــي، عـــبد الـــرزاق:** "إنشـــاء مركز سعودي للتنسيق بين شركات الملاحة السعودية لمســـاعدتها فـــي تخفـــيض مصروفاتها و زيادة كفاءتها"، ندوة النقل البحري"من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جده، 23-25 شعبان، 1410.

د- رسائل و دراسات:

1 - **بخـــاري، عـــبله عـــبد الحميد:** محددات الطلب على الواردات المنقولة بحرا إلى المملكة العربية الســـعودية، "رسالة ماجستير"، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.

2 - **الطويـــل للاستشارات الإدارية و التدريب:** مختصر دراسة وضع خطة استراتيجية لإحلال القوى البشرية السعودية في مؤسسات و شركات قطاع النقل البحري، 1999.

3 - "عرض موجز لأبحاث الدارسين في دبلوم بحوث العمليات و تحليل النظم رقم(1) للعاملين بقطـــاع النقل البحري"، مركز البحوث و الاستشارات لقطاع النقل البحري، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1989.

4 - **الغـــرفة التجارية الصناعية:** الاقتصاد السعودي بين الماضي و الحاضر-مع التركيز على الفترة 1319-1419هـــ، الرياض، 1999.

5 - **الغرفة التجارية الصناعية بجدة:** الغش التجاري في التجارة الدولية، 1408هـــ.

6 - **الغـــرفة الـــتجارية الصـــناعية للمنطقة الشرقية:** دراسة مقارنة لرسوم و أجور خدمات الموانئ في دول مجلس التعاون الخليجي، 1988.

7 - **مصـــطفى، إبراهـــيم خليل إبراهيم:** العوامل التي تؤثر على اقتصاديات تشغيل السفن وأثر ذلك على حجم الفائض في الشركات، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1986.

هـــ - نشرات و مطبوعات حكومية :

1 - **المؤسسة العامة للموانئ:** إحصائيات عام1411هـــ.

2 - **وزارة التخطيط:** خطة التنمية الأولى (1970 - 1975).

3 - **وزارة التخطيط:** خطة التنمية الثانية (1975 - 1980).

4 - **وزارة التخطيط:** خطة التنمية الثالثة (1980 - 1985).

5 - **وزارة التخطيط:** خطة التنمية الرابعة (1985 – 1990).

6 - **وزارة التخطيط:** خطة التنمية الخامسة (1990 – 1995).

7 - **وزارة التخطيط:** خطة التنمية السادسة (1995 – 2000).

8 - **وزارة التخطيط:** منجـزات خطط التنميـة "حقائق و أرقام"(1970-1997).

9 - **وزارة المواصلات:** النقل البحري في سطور، مارس 1990.

10 - **وزارة المواصـلات – الإدارة العامة للملاحة البحرية:** إحصائية بعدد السفن و حمولاتها في كل من منطقة مكة المكرمة و المنطقة الشرقية حتى1/9/1419هـ.

ثانياً- المراجع الأجنبية

A- Books:-

1- **Alderton, Patrich M.:** Sea transport " operations and economics", Thomas Reed, 1984.

2- **Archidald,G.C. and Lipsey,G. :** An Introduction to A Mathematical Treatment of Economics, 3rd Ed., Weidenfeld and Nicolson, London, 1985.

3- **Azzee,Baha Bin Hussei:** Shipping and Development In Saudi Arabia, Jeddah, Thihama, 1981.

4- **Bahatia, H. L.:** History Of Economic Thought, 4Th Ed., Vikas Publishing House, 1982.

5- **Baumol, William J.:** Economic Theory and Operations Analysis, Prentice Hall, N.J., 1977.

6- **Bell, John Fred:** A History Of Economic Thought, 2nd Ed., The Ronald Press Company, New York, 1967.

7- **Chrzanowski, Ignacy:** An Introduction To Shipping Economics, Fairplay Publications, 1985.

8- **Branch, Allen E.:** Economics of Shipping Practice and Management, Chapman & Hall, London, 1988.

9- **Branch, Allen E.:** The Elements of Shipping, Chapman & Hall, London, 1977.

10- **Evans, J.L. and Marlow, P.P.:** Quantitative Methods In Maritime Economics, 2nd Ed., Fairplay Publications, Surry, 1990.

11- **Fabrycky,W.J. and Thuesen, G.J.:** Economic Decision Analysis , Prentice-Hall , 1974.

12- **Gass, S.I:** Linear Programming - methods and applications, 4th Ed., McGraw-Hill, New York, 1975.

13- **Gill, Philip E.; Murry, Walter and Wright, Margret H.:** Practical Optimization, Academic Press, London, 1981.

14- **Glik,Leslie A.:** Trading With Saudi Arabia, Roman & Littlefeild, Maryland, 1980.

15- **Hardwick, Philip; Khan, Bahadure and Langmead, John:** An Introduction To Modern Economics, 2nd Ed. Longman, New York, 1986.

16- **Hillier, Fredrick S. and Lieberman, Gerald J.:** Introduction To Operations Research, 5th Ed., MacGraw-Hill, 1990.

17- **Hyman, David N.:** Modern Microeconomics "Analysis and Applications", Time Mirrorl Mosby College Publication, 1986.

18- **Jansson,J.O. and Shneerson,D.:** Liner Shipping Economics, Chapman & Hall, London, 1987.

19- **Kendall, M.G.:** " Introduction to model building and its problems", In: Mathematical Model Building in Economics and Industry, Charles Griffin & Company, London, 1969.

20- **Khoury, Sarkis J. and Parsons,Torrence D.:** Mathematical Methods in Finance and Economics, North Holland, New York, 1981.

21- **Leggate, H.K.:** "Norwegian shipping -measuring foregion exchange risk", Maritime Policy & Management, Vol. 26, No. 1, 1999, 81-91.

22- **Lim, Seok-Min:** "Economies of container ship size – a new evaluation", Maritime Policy & Management, Vol. 21, No. 2, 1994, 149-160.

23- **Lipsey, Richard G.:** An Introduction To Positive Economics, 7th Ed., Weidnfeld and Nicolson, London, 1989.

24- **Marshal, Alfred:** Principles Of Economics, 8th Ed., The Mac-millan Press, 1982.

25- **Mishan,E.J.:** Introduction To Normative Economics, Oxford University Press, 1982.

26- **Nerseeion, Roy L.:** Ships And Shipping-A comperehensive Guide, Pennwell Publication Company, Tulso, 1981.

27- **Noble, A.S.:** "Problem of Building a model of a company", In: Mathematical Model Builing in Economics and Industry, Chsrles Griffin & Company, London, 1969.

28- **Stopford, Martin:** Maritime Economics, Unwin Hyman, London, 1988.

29- **Sturmey, D.:** Shipping Economics, Collected papers, London, 1975.

30- **Thorburn,Thomas:** Supply and Demand of Water Transportation. EFI, The Stockholm School of Economics, 1960.

31- **Truett, Lila J. and Truett, Dale B.:** Managerial Economics-Analysis, Problems, Cases, South western Publishing Co., Ohio, 1992.

32- **Veldman, Simme:** " The optimum size of ship and the impact of user costs – An application to container shipping", In: K.M. Gwilliam (ed.) Current Issues in Maritime Economics, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, 112-144.

33- **Wahiting, D.P.:** Finance Of Foreign Trade, Pitman Publishing Limited, London, 1986.

34- **Wilson, J.D.; Choelho,J.D. and Williams, H.C. :** Optimization In Locational And Transport Analysis , John Wihey & Sons , 1981 .

B- **Scientific Articles & Periodicals:**

1- **Bausch, D.O.; Brown, G.G. and Ronen, D.:** "Scheduling shorter-term marine transport of bulk product", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 4, 1998, 335-348.

2- **Bauzauba, A.F.:** "tonnage acquisition and shipping operations and management in developing countries", Maritime Policy & Management, Vol. 8, 1981, 229-233.

3- **Benford,H.:** " A simple approach to fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 8, No. 4, 1981, 223-228.

4- **Boffey, T.B.; Edmond,E.D.; Hinxman,A.I. and Pursglove,C.J.:** "Two approach to schedualing containership with application to North Atlantic route", Operations Research Quarterly, vol.30, No.5, 1979, 413-425.

5- **Bremer,W.M. and Perakis,A.N. :**"An operational tanker schedualing optimization system-Model implementation, results and possible extensions", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No. 3, 1992, 187-199.

6- **Cho,S.C. and Perakis,A.N. :** "Optimal liner fleet routing strategies", Maritime Policy & Management, Vol. 23, No. 3, 1996, 249-258.

7- **Claessens, E.M.:** "Optimization procedures in maritime fleet management", Maritime Policy & Management, Vol.14, Iss.1, 1987, 27-48.

8- **Evans, J.J.:** "An analysis of efficiency of the bulk shipping market", Maritime Policy & Management, Vol.21, No.4, 1994, 311-330.

9- **Everet, J.L.; Hax, A.C.; Lewinson,V.A. and Nudds,D. :** " Optimization of a fleet of large tankers and bulkers – A linear programming approach", Marine Technology , October, 1972,430-438.

10- **Garrod,Peter and Milklius,Walter :** " The optimal ship size - A comment" , Journal of Transport Economics and Policy , Vol. 19 , No. 1 , 1985 , 83-90 .

11- **Geo, Qiang:** " An operational approach for container control in liner shipping", Logistics & Transportation Review, Vol.30, Iss.3, sep1994, 267-283.

12- **Goss,R.O and Jones,C.D.:** " The economies of size_in dry bulk carriers", In: R.O. Goss (ed.) Advances in Maritime Economics, Cambridge University Press, Cambridge,1977, 90-137.

13- **Jansson,J.O. and Shneerson,D.:**"The optimal ship size", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 16, No. 3, 1982, 217-238.

14- **Jaramillo,D.I. and Perakis,A.N.:**"Fleet deployment optimization for liner shipping", Part(2), Maritime Policy & Management, Vol. 18, No. 3, 1991, 235-262.

15- **Perakis, A.N.:** "A Second look at Fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 12, No. 3, 1985, 209-214.

16- **Perakis,A.N. and Bremer,W.M.:** "An operational tanker schedualing optimization system-Background, Current practice and Model formulation", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No.3, 1992, 177-187.

17- **Perakis,A.N. and Jaramillo,D.I.:**" Fleet deployment optimization for liner shipping", Part(1), Maritime Policy & Management, Vol. 18, No. 3, 1991, 183-200.

18- **Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.:** " Fleet deployment optimization models", Part(1) , Maritime Policy & Management, Vol. 14, No. 2, 1987, 127-144.

19- **Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.:** " Fleet deployment optimization models", Part(2), Maritime Policy & Management, Vol. 14, No. 2, 1987, 145-155.

20- **Powell,B.J. and perakis,A.N.:** "Fleet deployment optimization for liner shipping- an Integer Programming Model", Maritime Policy & Management, Vol. 24, No. 2, 1997, 183-192.

21- **Rana,K. and Vickson,R.G.:** " A Model solution algorithm for optimal routing of a time –sharterd container ship", Transport Science, No.22, 1988, 83-95.

22- **Savsar,Mehmet:** "Analysis Of Saudi Arabian Maritime Transportation Industry", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 2, 1998, 185-200.

23- **Stott,K.L.J. and Douglas,B.w.:** " A model-based decision support system for planning and scheduling ocean borne transportation", Interfaces,Vol.11, No.4, 1981,1-10.

24- **Talley, W.K.:** " Optimal containership size", Maritime Policy & Management, Vol. 17, No. 3, 1990, 165-175.

C- Conferences:

1- **Abdul Moneim, Farouk:** "Cost effectiveness of the different ship acquistion methods in developing countries", First International Conference On Maritime Transport In Developing Countries– Problem Encountered, Alexandria, 1989.

2- **Dobler, Jean-Pierre:** "Likely long term changes in shipbuilding technology", The Second International Conference On Maritime Transport In Developing Countries, Alexandria, 13-15 May1991.

3- **El Noshokaty,Said M. :** " Shipping optimization system (SOS) –1.SOS-Voyager", The 2nd International Conference On Maritime Transport In Developing Countries, Alexandria, 1991.

4- **El Noshokaty,Said M. :** " Shipping optimization system (SOS) –2.SOS-Schedular", The 4th Maritime International Conference On Modern Changes In Shipping Industry and Their Impacts On Developing Countries, Alexandria, 1995.

D- Theses & Studies:

1- **Alexis,G.A. :** A Survey of Routind and Scheduling Model in Ocean Transportation, "Master Thesis", Massachusette Institute of Technology,1982.

2- **Savsar,Mehmet ; Bolat,Ahmed and Khan, Rashidur Rotab:** "Study and development of maritime transportation in the Kingdom of Saudi Arabia", A Project sponsored by King AbdulAziz City For Science and Technology, Riyadh, 1995.

E- Government Publications

1- **Arab Shipping Guide:** Sea-trade Review, August 1997.

2- **Fairplay:** World Shipping Yearbook, London, 1978.

3- **Fairplay:** World Shipping Directopy 1999-2000.

4- **International Monetary Found:** International Financial Statistics Yearbook, 1997.

5- **Kingdom of Saudi Arabia Ports Authority:** Annual Statistics, 1997.

6- **Kingdom of Saudi Arabia Ports Authority:** Monthly Statistics, April 1998.

7- **Lloyd's:** Lloyd's Information services, Lloyd's Of London Press Limited, 1991.

الملاحق

ملحق رقم (1)

MIN 45.18V11 + 41.16V12 + 42.74V13 + 37.70V21 + 36.68V22 + 30.60V23 + 39.83V31 + 36.85V32 + 26.9V33 + 20.32V41 + 24.373V42 + 21.60V43 + 16.37V51 + 20.07V52 + 16.54V53

SUBJECT TO:

67V11 + 55V12 + 36V13 = 335
61V21 + 50V22 + 33V23 = 365
70V31 + 58V32 + 37V33 = 350
64V41 + 51V42 + 34V43 = 350
58V51 + 48V52 + 32V53 = 365

28.176V11 + 32.36V21 + 42.182V31 + 69.28V41 + 92.138V51 =< 562.828
25.8V12 + 27.725V22 + 37.966V32 + 45.65V42 + 62.681V52 =< 494.350
16.122V13 + 21.73V23 + 33.2V33 + 35.604V43 + 50.68V53 =< 427.883

V11 => 0
V12 => 0
V13 => 0
V21 => 0
V22 => 0
V23 => 0
V31 => 0
V32 => 0
V33 => 0
V41 => 0
V42 => 0
V43 => 0
V51 => 0
V52 => 0
V53 => 0

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 9

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 985.3022

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V11	5.000000	0.000000
V12	0.000000	1.149407
V13	0.000000	15.274218
V21	5.983606	0.000000
V22	0.000000	2.286041
V23	0.000000	6.516236
V31	0.000000	0.778867
V32	6.034483	0.000000
V33	0.000000	1.560724
V41	3.295590	0.000000
V42	2.727103	0.000000
V43	0.000000	3.049935
V51	0.000000	5.805358
V52	2.245538	0.000000
V53	8.037942	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.762938
3)	0.000000	-0.729811
4)	0.000000	-0.684845
5)	0.000000	-0.545590
6)	0.000000	-0.516875
7)	0.000000	0.210707
8)	0.000000	0.075621
9)	20.520088	0.000000
10)	5.000000	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	5.983606	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	6.034483	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	3.295590	0.000000
20)	2.727103	0.000000
21)	0.000000	0.000000
22)	0.000000	0.000000
23)	2.245538	0.000000
24)	8.037942	0.000000

NO. ITERATIONS = 9

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:
OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
V11	45.180000	1.400187	INFINITY
V12	41.160000	INFINITY	1.149407
V13	42.740002	INFINITY	15.274218
V21	37.700001	2.788971	INFINITY
V22	36.680000	INFINITY	2.286042
V23	30.600000	INFINITY	6.516237
V31	39.830002	INFINITY	0.778869
V32	36.849998	0.645349	INFINITY
V33	26.900000	INFINITY	1.560725
V41	20.320000	1.279220	3.442822
V42	24.372999	2.743499	1.019378
V43	21.600000	INFINITY	3.049935
V51	16.370001	INFINITY	5.805357
V52	20.070000	4.740000	4.039184
V53	16.540001	2.692789	3.160000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	335.000000	48.656406	335.000000
3	365.000000	38.571442	283.805542
4	350.000000	25.847612	350.000000
5	350.000000	18.902388	139.082230
6	365.000000	12.956646	257.214142
7	562.828003	150.556519	20.461834
8	494.350006	335.884155	16.919491
9	427.882996	INFINITY	20.520088
10	0.000000	5.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000000	INFINITY
12	0.000000	0.000000	INFINITY
13	0.000000	5.983606	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	0.000000	INFINITY
16	0.000000	0.000000	INFINITY
17	0.000000	6.034483	INFINITY
18	0.000000	0.000000	INFINITY
19	0.000000	3.295590	INFINITY
20	0.000000	2.727103	INFINITY
21	0.000000	0.000000	INFINITY
22	0.000000	0.000000	INFINITY
23	0.000000	2.245538	INFINITY
24	0.000000	8.037942	INFINITY

ملحق رقم (2)

MAX 329.3V11 + 276.48V12 + 434.74V13 + 53.3V14 + 93.6V15 - 10.43L1
+ 445.25V21 + 412.68V22 + 473.32V23 + 26.76V24 + 190.08V25 - 10.2L2
+ 549.84V31 + 507.06V32 + 208.5V33 + 521.84V34 + 246.81V35 - 9.14L3
+ 230.25V41 + 153.74V42 + 321.46V43 + 59.05V44 + 215.72V45 - 12.68L4
+ 82.31V51 + 450.68V52 + 317.7V53 + 316.9V54 + 102.2V55 - 11.8L5

SUBJECT TO:

39.1V11 + 41.93V12 + 41.07V13 + 52.82V14 + 70.36V15 + L1 = 1095
39.7V21 + 42.21V22 + 40.8V23 + 51.87V24 + 67.68V25 + L2 = 365
38.19V31 + 40.74V32 + 39.5V33 + 50.79V34 + 67.14V35 + L3 = 1825
37.78V41 + 40.21V42 + 38.79V43 + 49.87V44 + 65.68V45 + L4 = 1095
40.14V51 + 43.28V52 + 42.86V53 + 55.13V54 + 74.03V55 + L5 = 730

V11 + V21 + V31 + V41 + V51 > 10.43
V12 + V22 + V32 + V42 + V52 > 26.07
V13 + V23 + V33 + V43 + V53 > 17.38
V14 + V24 + V34 + V44 + V54 > 12.17
V15 + V25 + V35 + V45 + V55 > 15.87

L1 => 90
L2 => 20
L3 => 75
L4 => 60
L5 => 30

V11 => 0
V12 => 0
V13 => 0
V14 => 0
V15 => 0
V21 => 0
V22 => 0
V23 => 0
V24 => 0
V25 => 0
V31 => 0
V32 => 0
V33 => 0
V34 => 0
V44 => 0
V45 => 0
V51 => 0
V52 => 0
V53 => 0
V54 => 0
V55 => 0

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 23

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 44200.01

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V11	0.000000	84.586876
V12	0.000000	87.869797
V13	24.470417	0.000000
V14	0.000000	296.409454
V15	0.000000	52.107876
L1	90.000000	0.000000
V21	0.000000	17.656702
V22	7.994192	0.000000
V23	0.000000	2.412807
V24	0.000000	368.641998
V25	0.111778	0.000000
L2	20.000000	0.000000
V31	27.609217	0.000000
V32	1.902056	0.000000
V33	0.000000	360.200714
V34	12.170000	0.000000
V35	0.000000	120.760422
L3	75.000000	0.000000
V41	0.000000	238.431824
V42	0.000000	265.593719
V43	0.000000	159.751465
V44	0.000000	350.206635
V45	15.758222	0.000000
L4	60.000000	0.000000
V51	0.000000	409.399048
V52	16.173752	0.000000
V53	0.000000	207.328644
V54	0.000000	149.026031
V55	0.000000	205.579727
L5	30.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	10.585342
3)	0.000000	11.660118
4)	0.000000	14.397487
5)	0.000000	12.405554
6)	0.000000	12.249852
7)	17.179216	0.000000
8)	0.000000	-79.493591
9)	7.090416	0.000000
10)	0.000000	-209.408325
11)	0.000000	-599.076782
12)	0.000000	-21.015343
13)	0.000000	-21.860119
14)	0.000000	-23.537487
15)	0.000000	-25.085554
16)	0.000000	-24.049852
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	24.470417	0.000000
20)	0.000000	0.000000
21)	0.000000	0.000000
22)	0.000000	0.000000

23)	7.994192	0.000000
24)	0.000000	0.000000
25)	0.000000	0.000000
26)	0.111778	0.000000
27)	27.609217	0.000000
28)	1.902056	0.000000
29)	0.000000	0.000000
30)	12.170000	0.000000
31)	0.000000	0.000000
32)	15.758222	0.000000
33)	0.000000	0.000000
34)	16.173752	0.000000
35)	0.000000	0.000000
36)	0.000000	0.000000
37)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 23

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
V11	329.299988	84.586884	INFINITY
V12	276.480011	87.869804	INFINITY
V13	434.739990	INFINITY	30.416037
V14	53.299999	296.409454	INFINITY
V15	93.599998	52.107918	INFINITY
L1	-10.430000	21.015343	INFINITY
V21	445.250000	17.656698	INFINITY
V22	412.679993	32.498154	2.496186
V23	473.320007	2.412802	INFINITY
V24	26.760000	368.641998	INFINITY
V25	190.080002	270.494324	52.107918
L2	-10.200000	21.860119	INFINITY
V31	549.840027	30.464031	2.339945
V32	507.059998	2.496186	32.498154
V33	208.500000	360.200714	INFINITY
V34	521.840027	209.408325	149.026047
V35	246.809998	120.760468	INFINITY
L3	-9.140000	23.537487	INFINITY
V41	230.250000	238.431808	INFINITY
V42	153.740005	265.593719	INFINITY
V43	321.459991	159.751450	INFINITY
V44	59.049999	350.206635	INFINITY
V45	215.720001	INFINITY	270.494324
L4	-12.680000	25.085554	INFINITY
V51	82.309998	409.399048	INFINITY
V52	450.679993	INFINITY	116.993416
V53	317.700012	207.328659	INFINITY
V54	316.899994	149.026047	INFINITY
V55	102.199997	205.579758	INFINITY
L5	-11.800000	24.049852	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1095.000000	INFINITY	291.203400
3	365.000000	80.285767	337.434845
4	1825.000000	INFINITY	656.074280
5	1095.000000	7.341600	327.463379
6	730.000000	82.320969	696.978271
7	10.430000	17.179216	INFINITY
8	26.070000	16.103935	1.902056
9	17.379999	7.090416	INFINITY
10	12.170000	12.917390	12.170000
11	15.870000	4.985739	0.111778
12	90.000000	291.203400	90.000000
13	20.000000	337.434845	20.000000
14	75.000000	656.074280	75.000000
15	60.000000	327.463379	7.341600
16	30.000000	696.978271	30.000000
17	0.000000	0.000000	INFINITY
18	0.000000	0.000000	INFINITY
19	0.000000	24.470417	INFINITY
20	0.000000	0.000000	INFINITY
21	0.000000	0.000000	INFINITY
22	0.000000	0.000000	INFINITY
23	0.000000	7.994192	INFINITY
24	0.000000	0.000000	INFINITY
25	0.000000	0.000000	INFINITY
26	0.000000	0.111778	INFINITY
27	0.000000	27.609217	INFINITY
28	0.000000	1.902056	INFINITY
29	0.000000	0.000000	INFINITY
30	0.000000	12.170000	INFINITY
31	0.000000	0.000000	INFINITY
32	0.000000	15.758222	INFINITY
33	0.000000	0.000000	INFINITY
34	0.000000	16.173752	INFINITY
35	0.000000	0.000000	INFINITY
36	0.000000	0.000000	INFINITY
37	0.000000	0.000000	INFINITY

ملحق رقم (3)

MAX 123V1 + 81V2 + 150V3 + 129V4 + 261V5 + 261V6 + 168V7 + 144V8 + 159V9 + 273V10
+ 441V11 + 108V12 + 126V13 + 168V14

SUBJECT TO:

78V3 + 45V5 + 54V8 + 36V9 + 69V10 + 108V13 =< 438
84V1 + 84V4 + 105V6 + 117V14 =< 492
369V11 =< 369
57V2 + 105V7 + 54V12 =< 210
216V5 + 204V10 =< 450
39V1 + 156V6 + 90V8 + 18V13 =< 300
120V9 + 72V11 + 51V14 =< 261
24V2 + 72V3 + 45V4 + 48V7 + 54V12 =< 363

20V1 + 26V2 + 40V3 + 36V4 =< 180
15V5 + 22V6 + 26V7 + 44V8 + 46V9 =< 120
15V10 + 20V11 + 26V12 + 42V13 + 50V14 =< 100

V1 => 0
V2 => 0
V3 => 0
V4 => 0
V5 => 0
V6 => 0
V7 => 0
V8 => 0
V9 => 0
V10 => 0
V11 => 0
V12 => 0
V13 => 0
V14 => 0

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 11

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2808.056

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
V1	3.122137	0.000000
V2	0.000000	58.913666
V3	2.938932	0.000000
V4	0.000000	8.561265
V5	0.000000	27.675142
V6	1.142543	0.000000
V7	2.000000	0.000000
V8	0.000000	112.945580
V9	0.931827	0.000000
V10	2.205882	0.000000
V11	1.000000	0.000000
V12	0.000000	17.686279
V13	0.000000	33.095043
V14	0.938235	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	23.011663	0.000000
3)	0.000000	0.030491
4)	0.000000	1.016875
5)	0.000000	0.744099
6)	0.000000	1.096423
7)	0.000000	1.165096
8)	29.330715	0.000000
9)	55.396919	0.000000
10)	0.000000	3.750000
11)	0.000000	3.456522
12)	0.000000	3.288651
13)	3.122137	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	2.938932	0.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	1.142543	0.000000
19)	2.000000	0.000000
20)	0.000000	0.000000
21)	0.931827	0.000000
22)	2.205882	0.000000
23)	1.000000	0.000000
24)	0.000000	0.000000
25)	0.000000	0.000000
26)	0.938235	0.000000

NO. ITERATIONS= 11

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:
OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
V1	123.000000	16.788012	1.760870
V2	81.000000	58.913666	INFINITY
V3	150.000000	3.521739	33.576023
V4	129.000000	8.561265	INFINITY
V5	261.000000	27.675150	INFINITY
V6	261.000000	7.043478	55.782555
V7	168.000000	INFINITY	34.389984
V8	144.000000	112.945580	INFINITY
V9	159.000000	42.449181	14.727272
V10	273.000000	INFINITY	26.137640
V11	441.000000	INFINITY	375.226959
V12	108.000000	17.686279	INFINITY
V13	126.000000	33.095047	INFINITY
V14	168.000000	87.125465	34.012077

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	438.000000	INFINITY	23.011663
3	492.000000	118.056129	38.302311
4	369.000000	171.176514	301.998993
5	210.000000	121.180763	45.406204
6	450.000000	97.978683	449.999969
7	300.000000	78.268211	54.811775
8	261.000000	INFINITY	29.330715
9	363.000000	INFINITY	55.396919
10	180.000000	11.800853	117.557266
11	120.000000	11.243441	42.864059
12	100.000000	16.368507	46.911766
13	0.000000	3.122137	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	2.938932	INFINITY
16	0.000000	0.000000	INFINITY
17	0.000000	0.000000	INFINITY
18	0.000000	1.142543	INFINITY
19	0.000000	2.000000	INFINITY
20	0.000000	0.000000	INFINITY
21	0.000000	0.931827	INFINITY
22	0.000000	2.205882	INFINITY
23	0.000000	1.000000	INFINITY
24	0.000000	0.000000	INFINITY
25	0.000000	0.000000	INFINITY
26	0.000000	0.938235	INFINITY

going along with the scientific revolution prevailing now and by using modern scientific and managerial methods.

Modern Management had found in operational researches the suitable scientific method to solve the entire problems in administration and operation. The linear programming method is found to be the simplest and most common application used in the allocating the scarce resources for the possible alternative use and for the best possible allocation. From this perspective this study is interested in applying models from the linear programming method on the operational problem of the national shipping company to improve the operational performance and the competitive capability of these companies.

The study aim is to finalize the operational problems of the national shipping companies by introducing economical mathematical models, which guarantee the best operation of the ships of these companies. With the use of linear programming method, and solving this by computer, the studies display the operation indication in the shipping companies. The study displays practical models for situations of ships owned by national shipping companies.

The study provides mathematical models, which can give an optimal operation, each model looks at one aspect of the operational problem of the national shipping companies that own a number of ships and wish to operate it economically. The first model stresses on defining the optimal size of the ships for every shipping line at which the company operate her ships in it. While the second model deals with optimal allocation of different types of ships operated on number of routes in order to identify the optimal rote for every type of ships. The third model planes the movement of the ships on different routes between loading and discharging ports. The study put an extreme care that these models are simple and realistic, so that any Saudi shipping company can use it to achieve best operation of her maritime fleet ships.

ABSTRACT

The Kingdom of Saudi Arabia has given great importance for the Maritime industry to insure her economical, political, sovereignty and for boosting external trade, especially for the role performed by the last one in the economical growth in the country. Although, the contribution of the national fleet is still meager and far from targets. But if we look thoroughly at the situation of the Saudi fleet we will find the amount of difficulties faced by the shipping companies, which lay in the fierce competition and the inability to prove their selves in the international markets.

The development of the maritime transportation sector is direct interpretation of the government keen effort in actualizing the comprehensive development and to keep pace with the last international updates. World today is witnessing an age of fast dynamic development were the technology is playing a prominent role in all commercial and economical aspect. Globalization trend, the economical conglomerations and mergers between the productive units comprising her transportation means within a complete system, is and should effect the maritime transportation as it's considered to be the main element for external trade and the common element in the multi-media transportation. There is no doubt that al these developments occurred internationally have a clear effect on the maritime transportation industry as happened to other industries. The technological arm stretched to all technical, operational and even administrative aspect, the dependability on computer and it's software increased in the fields of operating the ships, exchange of goods, seaport administration and all other activities in the maritime transportation.

The phenomena, which the dissertation is dealing with is characterized by the operational difficulties facing the ships of the Saudi maritime merchant fleet, were the changes and the developments throw more competitional challenges on the shoulders of the national shipping companies. In the past the shipping company used to operate her targets through depending on her shipping experience & administrative style with the absence of any role for giant company. As for today in the shadow of fierce competition seen in the shipping market, it is necessary for the companies to always search for new systems, styles and scientific methods, for finding solution for her operational problem, or for reaching high operational level in both efficiency & quality, consequently actualizing her anticipated targets & attaining a place for herself in the shipping market.

The national fleet is working below it's operational capacity, at the same time it's contribution in transporting the external trade shrunk because of the foreign companies ships dominance over that trade. That is why it is necessary to have a comprehensive organizational system, which insure an optimal use of the capability available at hand in a way to secure the highest economical returns in order to maintain it's presence and existence in the market. This can be best achieved by

Arab Academy for Science& Technology& Maritime Transport
College of Maritime Transport & Technology

MATHEMATICAL ECONOMIC MODELS FOR OPTIMAL OPERATION OF THE SAUDI MARITIME FLEET SHIPS

By

Abla Abdul Hameed Bokhari

THESIS SUBMITTED FOR THE FULFILLMENT
OF THE DEGREE OF PHOLOSOPHY IN
MARITIME TRANSPORT TECHNOLOGY

Supervised by

Dr. Mohamed Soleman Hadi
Professor/ Maritime Transport Economics
In
Arab Academy for Science& Technology& Maritime Transport

2001

تم طباعة هذه الرسالة برعاية مجموعة شركات آل ذاكر العالمية

إهداء إلى الدكتورة/ عبلة عبد الحميد بخاري راجين الله أن يديم عليها التقدم والتوفيق